

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of)
SATO et al.)
Application Number: To be Assigned)
Filed: Concurrently Herewith)
For: METHOD OF MANUFACTURING AN ACTIVE)
MATRIX SUBSTRATE AND AN IMAGE DISPLAY)
DEVICE USING THE SAME)
ATTORNEY DOCKET NO. HITA.0458)

Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231

**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

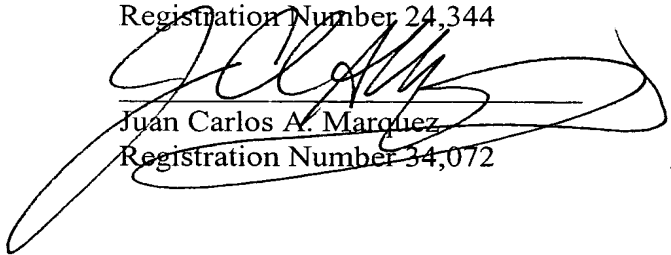
Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of May 21, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-143803.

A certified copy of Japanese patent application 2003-143803, is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344


Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
November 14, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 4 3 8 0 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 4 3 8 0 3]

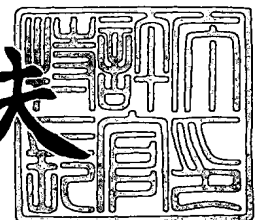
出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s): 株式会社 日立ディスプレイズ



2 0 0 3 年 9 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 9 4 1 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 310300520

【提出日】 平成15年 5月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/20
G09F 3/36
G02F 1/133

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 佐藤 健史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 武田 一男

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地 株式会社日立ディスプレイズ内

【氏名】 齋藤 雅和

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地 株式会社日立ディスプレイズ内

【氏名】 後藤 順

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地 株式会社日立ディスプレイズ内

【氏名】 大倉 理

【特許出願人】**【識別番号】** 000005108**【氏名又は名称】** 株式会社 日立製作所**【特許出願人】****【識別番号】** 502356528**【氏名又は名称】** 株式会社日立ディスプレイズ**【代理人】****【識別番号】** 100093506**【弁理士】****【氏名又は名称】** 小野寺 洋二**【電話番号】** 03-5541-8100**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 014889**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクティブ・マトリクス基板の製造方法およびこれを用いた
画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板に成膜された半導体膜にレーザ光を複数回照射して多結晶半導体膜とする工程を有するアクティブ・マトリクス基板の製造方法であって、

前記レーザ光は、少なくとも 1 方向に周期的に強度変調されており、

前記半導体膜上でのレーザ光の強度分布を前記強度変調の周期方向にランダムに移動して結晶化する工程を含むことを特徴とするアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 2】

前記レーザ光はパルスレーザ光であり、該レーザ光を前記絶縁性基板と相対的に所定方向に一定の速度で移動させながら複数回照射して結晶化する工程を含み、

前記半導体膜上の前記レーザ光の照射位置を、前記複数回照射される各レーザ光の照射間で前記移動方向と垂直方向にランダムに移動させて結晶化する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 3】

アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板に成膜された半導体膜にレーザ光を複数回照射して結晶化する工程を有するアクティブ・マトリクス基板の製造方法であって、

前記レーザ光は前記半導体膜上での照射形状が長軸と短軸を持つと共に、前記長軸方向に周期的な強度変調を有する矩形状であり、

前記半導体膜に前記矩形のレーザ光の前記短軸方向に前記絶縁性基板と相対的に移動させつつ複数回照射して結晶化し、

前記絶縁性基板に成膜された半導体膜上での前記レーザ光の強度分布を、各レ

ーザの照射間で前記長軸方向にランダムに移動させる工程を含むことを特徴とするアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 4】

前記レーザ光の強度分布を、各レーザの照射間で前記短軸方向に平均速度での移動距離を除いてランダムに移動させる工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 5】

前記強度変調の周期の 2 以上の整数倍の周期をもつ位相シフトマスクを用いて前記半導体膜と前記位相シフトマスクの間隔を一定に制御して前記レーザ光の周期的な強度変調を行うことを特徴とする請求項 3 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 6】

前記各レーザ光の照射時のレーザ光強度が最大となる位置の前記強度変調の周期方向の前記半導体膜上での座標 y が、前記レーザ光の強度変調の周期を a 、整数を n 、照射ごとに決まる a より小なる非負の数を r としたとき

$$y = n a + r$$

を満たし、

前記 r の最大値と最小値の差が周期 a の $1/2$ 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 7】

前記半導体膜に前記レーザ光を照射して得た結晶化した半導体膜の結晶粒より小なる範囲のみ前記レーザ光の照射で融解して分割し、

前記分割された複数の結晶粒を核とする結晶化により単一の結晶粒を再形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 8】

前記レーザ光の強度変調の周期方向に該周期とほぼ同じ長さの粒径を有する多結晶半導体膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 7 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 9】

アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板に成膜された半導体膜にレーザ光を複数回照射して結晶化するアクティブ・マトリクス基板の製造方法であって、

第 1 の周期を有する強度変調されたパルスレーザ光を照射した前記半導体膜に、前記第 1 の周期より小なる周期を有する第 2 の変調されたパルスレーザ光を照射する工程を含むことを特徴とするアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 の周期を有する強度変調されたパルスレーザ光を照射した前記半導体膜に、前記第 1 の変調されたパルスレーザ光の変調周期の $1/5$ 倍以上、かつ $1/2$ 倍以下の第 2 の周期を前記第 1 の周期に対し垂直な方向に有するパルスレーザ光を照射する工程を含むことを特徴とする請求項 9 に記載のアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 11】

アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板に成膜された半導体膜にパルスレーザ光を複数回照射して結晶化するアクティブ・マトリクス基板の製造方法であって、

前記パルスレーザ光の前記半導体膜上での照射形状が長軸と短軸を持つと共に、前記長軸方向に周期的な強度変調を有し、

前記矩形のパルスレーザ光を、該矩形の短軸方向に前記絶縁性基板と相対的に移動させつつ複数回照射して結晶化するアクティブ・マトリクス基板の製造方法であって、

前記矩形の短軸方向に第 1 の周期を持つ強度変調を有するパルスレーザ光を照射した前記半導体膜に、前記矩形の長軸方向に第 1 の周期の $1/5$ 倍以上、かつ $1/2$ 倍以下の第 2 の周期を前記第 1 の周期に対し垂直な方向に有するパルスレーザ光を照射する工程を含み、

前記第 2 の周期を有するパルスレーザ光の前記半導体膜上での強度分布が、各パルスレーザ光の照射間で前記長軸方向にランダムに移動させる工程を含むことを特徴とするアクティブ・マトリクス基板の製造方法。

【請求項 12】

多数の画素をマトリクス状に配列した画素回路と、該画素領域の外側に画素駆動回路を配置した絶縁性基板からなるアクティブ・マトリクス基板を具備する画像表示装置であって、

前記アクティブ・マトリクス基板は、

前記絶縁性基板上に成膜された多結晶半導体膜に複数の突起が直線状に配列されており、

前記突起の配列がなす直線が、該直線に対して垂直方向かつ周期的に配置された周期的な直線群をなし、

前記周期的な直線群は、前記周期と前記垂直方向とに一定の間隔で該周期的な配列方向にずれが形成されており、

前記一定の間隔ごとの前記直線間のずれ量はランダムに形成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 13】

前記突起の配列には、交差する粒界が1本である突起が直線状に配列した領域を含むことを特徴とする請求項 12 に記載の画像表示装置。

【請求項 14】

前記突起の配列のなす直線が、該直線に対して垂直方向に周期的に配置されて周期的な直線群をなし、

前記突起の配列のなす直線が周期あたり2つ以上形成された領域を有する直線群を含み、

前記直線群の周期と前記周期方向の粒径がほぼ同一であり、

前記周期方向に対する垂直方向の粒界は、各周期ごとに前記突起の配列がなす直線のいずれかにほぼ一致して形成されていることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の画像表示装置。

【請求項 15】

前記多結晶半導体薄膜をチャンネルに用いた薄膜トランジスタを有することを特徴とする請求項 12 乃至 14 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 16】

前記絶縁性基板上に形成されて複数の互いに交差する配線と、前記配線の交差部付近に形成されて、透過率または反射率または発光量を変化させる画素と、前記画素内に形成されて前記画素を選択するスイッチとなる薄膜トランジスタを有しており、

前記薄膜トランジスタが前記チャンネルに形成されていることを特徴とする請求項 15 に記載の画像表示装置。

【請求項 17】

前記絶縁性基板上に複数の互いに交差する配線を有し、

前記配線の交差部付近に形成された画素と、該画素内に形成された有機膜を用いた発光素子と、前記画素内に形成されて前記発光素子を駆動する薄膜トランジスタを有し、

前記薄膜トランジスタのチャンネル方向が前記多結晶半導体膜の突起の周期方向と平行で、チャンネル長が前記多結晶半導体膜の突起の周期の自然数倍であることを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、低温多結晶シリコン半導体膜を用いた駆動回路を有するアクティブ・マトリクス基板の製造方法とこれを用いた画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

所謂フラットパネル型の画像表示装置として、液晶表示装置や有機発光表示装置が実用化段階乃至は開発段階にある。液晶表示装置は薄型で低消費電力であるという特性からパソコンや各種情報処理装置のモニター、あるいはテレビ受像機に広く用いられている。また、有機発光表示装置は自発光型であることから、液晶表示装置のような外部照明装置を必要としないため薄型で軽量の画像表示装置として注目されている。これらのアクティブ・マトリクス型画像表示では、マトリクス配置した多数の画素回路と、この画素回路をスイッチングするアクティブ素子及び画素回路を駆動する画素駆動回路および画像表示に必要なその他の回路

を同一の絶縁性基板上の形成してアクティブ・マトリクス基板としている。画素回路や画素駆動回路は、アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上に成膜したシリコン半導体膜に作り込まれたアクティブ素子を回路素子として用いる。このアクティブ素子の典型は薄膜トランジスタである。

【0003】

近年、このようなアクティブ素子に低温多結晶シリコン半導体膜を用いた薄膜トランジスタを採用し、この薄膜トランジスタで画素駆動回路およびその他の回路を絶縁性基板上に形成してアクティブ・マトリクス基板とすることで、表示画像の高精細化と低製造コスト化した画像表示装置を得ることが行われるようになってきている。以下では、低温多結晶シリコン半導体膜を単に多結晶シリコン半導体膜あるいは半導体膜とも称する。

【0004】

多結晶シリコン半導体膜に代表される半導体薄膜の製造方法には、絶縁性基板上にアモルファスシリコン半導体膜を成膜後、このアモルファスシリコン半導体膜にレーザ光を照射し、アニールして結晶化するレーザ結晶化方法が一般に用いられている。特に、テレビ受像機のための画像表示装置のアクティブ・マトリクス基板のような大面積の絶縁性基板上に多結晶シリコン半導体膜を得るには、高出力が得られるパルスエキシマレーザを複数回照射して結晶化する、所謂マルチショット方式による結晶化（マルチショットレーザ結晶化法）が用いられている。

【0005】

マルチショット方式のレーザ結晶化法では、シリコン結晶の粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上の比較的大きな結晶が得られ、画像表示装置のアクティブ・マトリクス基板に有する回路の駆動の構成に適した高い電子移動度の半導体膜を形成することができる。大面積で均一な膜を得るには、半導体膜上でのレーザ光の照射パターンを矩形状、特に長軸に比べて短軸が極端に短いラインビーム形状とし、このビーム形状の短軸方向に相対的に半導体膜を成膜した絶縁性基板を移動しつつ照射する方法が一般的である。

【0006】

このようなレーザ光の照射によるシリコン薄膜の結晶化法では、各レーザパル

スの照射間のレーザビームの移動距離を当該ビームの幅（すなわち、短軸長さ）より小さくすることでマルチショット化による良好なアニール効果を得ている。長軸方向が短軸方向よりも長いラインビーム形状のレーザビームを均一に形成することにより、広い範囲で継ぎ目のない結晶が得られる。また、より大きな粒径で高い電子移動度の半導体膜を得る方法として、横方向成長を用いた結晶化方法が検討されるようになってきている。

【0007】

「非特許文献1」には、絶縁性基板の熱容量に差を持たせた状態でアモルファスシリコン半導体膜にレーザ光を照射して熱勾配を形成し、シリコン結晶を低温部から高温部に成長させて大粒径の結晶を形成できることが記載されている。

【0008】

「特許文献1」には、エキシマレーザ光を回折光学素子を介して変調し、これをアモルファスシリコン半導体膜に照射してアモルファスシリコン半導体膜に温度分布を形成することで、低温部から高温部に結晶を成長させ、粒径を拡大する方法が開示されている。

【0009】

また、「特許文献2」には、レーザ光を以前の融解領域に重なりを持たせて移動させながら順次照射する方法により、結晶を順次横方向に成長させて大粒径の結晶を形成する、いわゆるSLS法の記載がある。なお、融解領域に重なりを持たせて順次パルスレーザ光を照射する例としては、「非特許文献2」に、アモルファスシリコン半導体膜にパルスレーザ光を走査しながら照射する方法が記載されている。この方法では、レーザ光の走査速度が99cm/秒、およびレーザ光の周波数が2kHzとの記載があり、各レーザ光照射の間に49.5μmの間隔をもって移動させつつ照射していると計算される。また、そのFig. 9には、レーザの各パルスでの溶融幅が50μm以上であって、前の融解領域と次の融解領域が重なりを持って照射された例が記載されている。

【0010】

また、「特許文献3」には、レーザ光の干渉により強度変調したレーザ光を横方向成長距離分移動させて照射することで、大粒径の結晶を形成する横方向成長

法の例が開示されている。

【0011】

【非特許文献1】

Japanese Journal of Applied Physics
Vol. 31, (1992) pp. 4545-4549

【非特許文献2】

Japanese Journal of Applied Physics
Vol. 21, (1982) pp. 879-884

【特許文献1】

特開平6-140323号公報

【特許文献2】

特開2001-274088号公報

【特許文献3】

特開2002-280302号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

画像表示装置のアクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板に成膜した半導体膜に対して、前記したマルチショットレーザ結晶化法で大粒径の結晶を形成する際のスループットを向上するには、レーザ光のショット数を削減する必要がある。しかし、従来の変調のない均一な強度のレーザ光を用いた場合にそのショット数を削減すると、得られる結晶の粒径が減少して半導体膜の電子移動度が低下するため、スループットの向上は困難であった。

【0013】

一方、横方向成長を用いた半導体膜の結晶化方法では、レーザ光のショット数低減が可能である。しかし、従来法ではいずれもレーザ光と絶縁性基板の相対的な位置を横方向成長距離と同程度の長さで制御する必要がある。結晶の横方向成長距離は、Si膜の厚さ、結晶化時の基板温度、照射するレーザ光のパルス時間に依存し、例えば膜厚が50nmのシリコン半導体膜を室温で25nm秒のパルスエキシマレーザ光により融解して結晶化する場合、結晶の横方向成長距離は1

μm 以下となる。従って、各照射位置を $1\ \mu\text{m}$ 以下の高精度で制御する必要がある。このため高精度の移動機構が必要となり、装置コストが高くつく。

【0 0 1 4】

本発明の目的は、変調レーザ光によるシリコン結晶の横方向成長が促進された高スループット化可能な、かつレーザ光と絶縁性基板との相対移動機構が、結晶の横方向成長距離より大なる誤差を持つような低コストの装置を用いることができるアクティブマトリクス基板の製造方法と、この基板を用いた画像表示装置を提供することにある。

【0 0 1 5】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法の第 1 の特徴は、絶縁性基板上に半導体膜を成膜し、この半導体膜に周期的に変調したレーザ光を照射して当該半導体膜を結晶化する際に、レーザ光の照射位置を上記周期方向にランダムに移動させることにある。これにより、レーザ光と絶縁性基板の相対移動機構が横方向成長距離より大なる誤差を持つような装置でも横方向成長を使用でき、低コストな装置を用いて高スループット化が可能になる。

【0 0 1 6】

また、本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法の第 2 の特徴は、絶縁性基板上に成膜した半導体膜の結晶粒より小なる領域を融解して分割し、分割された結晶粒を核とする横方向成長により、単一の結晶粒を再度形成して半導体膜を結晶化することにある。これにより、レーザ光と絶縁性基板の相対的な照射位置によらずに新たな粒界の発生がないため、ランダムに移動させる上記第 1 の特徴と合わせて用いることにより、粒径のそろった高品質な結晶を形成させることができる。

【0 0 1 7】

さらに、本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法の第 3 の特徴は、絶縁性基板上に形成した薄膜に、第 1 の周期を有する変調されたパルスレーザ光を照射し、前記第 1 の周期より小なる周期を有する第 2 の変調されたパルスレ

ーザ光を照射して半導体膜を結晶化することにある。これを上記の特徴と合わせて用いることにより、等方的な結晶性を有する半導体膜が低コストの装置で得られる。また、薄膜トランジスタの形成に適した平坦な膜が形成できる。

【0018】

そして、本発明による画像表示装置の特徴は、アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上の画素領域に多数の画素回路を配置すると共に、表示領域の外側に画素駆動回路やその他の回路を配置し、これら画素回路と画素駆動回路あるいは他の回路を前記の製造方法のいずれかで製造した半導体薄膜をチャンネルに用いた薄膜トランジスタで形成したことにある。

【0019】

また、本発明による画像表示装置の特徴は、アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上の表示領域に複数の互いに交差する配線を有し、

上記配線の交差部付近に、透過率または反射率または発光量を変化させる画素回路を配置し、

上記画素回路に有して当該画素を選択駆動するスイッチ素子を前記の製造方法のいずれかで製造した半導体薄膜をチャンネルに用いた薄膜トランジスタで構成したことにある。

【0020】

また、本発明による画像表示装置の特徴は、アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上の表示領域に複数の互いに交差する配線を有し、

上記配線の交差部付近に、有機膜を用いた発光素子からなる画素回路を配置し、

上記画素回路に有して当該画素を選択駆動するスイッチ素子を前記の製造方法のいずれかで製造した半導体膜をチャンネルに用いた薄膜トランジスタで構成し、

上記発光素子を選択駆動する薄膜トランジスタのチャンネルに、前記製造方法のいずれかで製造した半導体膜を用い、チャンネル方向が該半導体膜の突起の周期方向と平行で、そのチャンネル長が上記半導体膜の突起の周期の自然数倍となるように構成したことにある。

【0021】

なお、本発明は、上記の構成および後述する実施の形態に開示の構成に限定されるものではなく、本発明の技術思想を逸脱することなく種々の変更が可能であることは言うまでもない。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法とこのアクティブ・マトリクス基板を用いて構成した画像表示装置の実施の形態について図面の図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法の実施例を説明する模式図である。図1における参照符号1はビーム状のパルスレーザ光、2は絶縁性基板、3はポリシリコン半導体膜（以下、多結晶シリコン膜、多結晶Si膜とも表記する）、4は位相シフトマスク、5はステージ、6は絶縁性基板（通常はガラス基板、以下、ガラス基板又は単に基板と表記する）、7はミラー、8はシリンドリカルレンズを示す。

【0023】

ルール上を短軸X方向と長軸Y方向に移動するステージ5上にアモルファスシリコン半導体膜（以下、アモルファスSi膜とも表記する）2が形成されたガラス基板6が載置保持されている。ラインビーム形状のパルスレーザ光1をレーザ光の長軸Y方向に周期的な位相シフトマスク4を用いて強度変調し、ガラス基板6上に形成されたアモルファスSi膜2に照射する。位相シフトマスク4は多数の細かい凹凸がマスク表面に形成され、周期的に配列されたものであり、通過するレーザ光の位相を変調し、干渉によってその強度を周期的に変調する機能を有する。レーザ光1は、レーザ光を短軸X方向に集光する機能を持つシリンドリカルレンズ8を含む光学系により、位相シフトマスク4がない場合は基板6上で短軸X方向にほぼ一様なフルエンスを持つ、いわゆるトップハット型のビーム形状を形成するよう調整されている。

【0024】

レーザ光照射時の温度は室温とし、図示しないがN₂ガスを基板6と位相シフトマスク4の間に流した状態でレーザ光1を照射している。また、レーザ光照射時には、位相シフトマスク4のマスク面と基板6の面の高さを一定に保ち、基板

面 6 の上でのレーザ光の変調度を一定としている。レーザ光 1 には波長 308 nm のパルスエキシマレーザ光を用いている。

【0025】

位相シフトマスク 4 のスリットの周期は $2\ \mu\text{m}$ から $10\ \mu\text{m}$ の範囲に設定され、 $0.5\ \mu\text{m}$ から $10\ \mu\text{m}$ の範囲の変調周期を持つレーザ光が形成される。本実施例では、位相シフトマスク 4 の周期を $3\ \mu\text{m}$ とした。位相シフトマスク 4 は石英製で、波長 308 nm のレーザ光に対し隣接する段差間で位相差が 180 度となるよう周期的な線状の段差を形成してある。そして、基板 6 からの位相シフトマスク 4 の高さを 0.9 mm に調整することで、該位相シフトマスクの周期の半分の $1.5\ \mu\text{m}$ の周期の強度変調がレーザビーム全体にわたって得られた。なお、位相シフトマスク 4 によるレーザ光変調には、上記した周期の半分以外にも、整数分の 1 の波長の周期の成分が含まれている。

【0026】

レーザ光 1 をラインビームに形成する光学系は、ビーム長を拡大する過程で、もとのレーザ光を入射角のわずかに異なる複数の光線にして基板 6 に照射する構成となっている。このような光を位相シフトマスク 4 に入射すると、各変調成分は該位相シフトマスク 4 と基板 6 の間の高さに依存して平均化され、特定の周期の成分が強調される。従って、本実施例の構成を用いると、位相シフトマスク 4 の高さを調整することにより、該位相シフトマスクのスリット周期の半分以外の周期、例えば $2/3$ の周期の変調を得ることもできる。

【0027】

半導体膜の形成時には、レーザ光 1 は一定の繰り返し周波数、例えば 300 Hz で発振され、一定の速度で該レーザビームの短軸方向にステージ 5 を走査しつつ、長軸 Y 方向にランダムに移動させながらレーザ光 1 を基板 6 に照射することで、基板 6 上のアモルファス Si 膜 2 を結晶化して順次多結晶 Si 膜 3 を形成する。

【0028】

レーザ光 1 の変調周期方向である長軸 Y 方向に照射位置を移動させる方法としては、ステージ 5 の長軸 Y 方向への移動機構を用い、照射ずれの許容される範囲

、例えば 0.1 mm 程度の範囲で往復させる方法がある。ステージ 5 の移動には通常 μm 単位のバックラッシュがあり、往復によりレーザ光の変調周期と同程度の誤差が生じ、移動量がランダム化される。また、ランダムに移動させるには、ステージ 5 の移動方向を定めるレールに数 μm 程度の振幅のうねりを形成し、このうねりにしたがってステージを移動させることもできる。また、ステージ 5 を移動させる代わりに、位相シフトマスク 4 を振動させる機構を設けることもできる。また、レーザ光 1 を位相シフトマスク 4 に入射する反射ミラー 7 の角度を位相シフトマスク 4 の変調方向に対応して振動させ、レーザビームの入射角を振動させることでレーザ光 1 の強度分布を移動させることもできる。

【0029】

図 2 は本発明で用いるレーザ光の強度分布例の説明図である。レーザ光 1 のビーム形状は、例えば長軸 Y の幅 12 を 370 mm、短軸 X の幅 11 を 360 μm とする細い矩形状すなわち実質的にライン状である。位相シフトマスク 4 のラインビームの長軸方向には周期的なパターンが形成されている。位相シフトマスク 4 を透過したレーザ光 1 には、長軸 Y 方向に周期的な強度変調が形成されている。一方、短軸 X 方向にはいわゆるトップハット型の形状が形成されている。

【0030】

本実施例のように、位相シフトマスク 4 の周期方向をレーザ光（レーザビーム）の長軸と平行に配置することにより、位相シフトマスクによる回折光は長軸方向に回折されて、ほとんどラインビーム内にとどまるため、レーザ光 1 の損失が避けられる利点がある。また、レーザ光 1 の短軸方向への回折がなく、短軸方向には位相シフトマスク 4 を透過する前のトップハット型の形状が維持され、各ショットでの照射時の平均フルエンスをほぼ一定にすることができ、プロセス安定性に優れる。さらに、基板 6 からはほぼ 180 度にわたる見込み角でレーザ光 1 が入射するため、長軸方向には開口数がほとんど 1 である光学系とみなすことができ、ほぼ波長と同程度の高い分解能が得られ、より急峻な変調が得られる。

【0031】

図 3 は本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法におけるレーザ光の走査方法の一例を模式的に示す説明図である。図 3 には、レーザビーム 13 の

長軸の長さのおよそ2倍の幅を持つ基板6を全面で結晶化する例を示す。長軸方向に変調されたラインビーム状のレーザ光を、基板6上でレーザビーム13の短軸方向に一定速度で移動させつつ、ビーム長軸方向にランダムに変位させながら照射する。短軸方向の各レーザパルス照射間の移動距離をレーザビーム幅より小とすることで、それぞれの照射領域に重なりが生じ、同一領域に複数回レーザが照射される。

【0032】

レーザビームの照射回数は短軸方向への移動速度により制御できる。図3において、基板6の上半面を照射したのち、下半面を同様に照射して、全面が結晶化された基板を得る。なお、上半面と下半面の照射領域が重なるように形成することで、基板全面でつなぎ目のない結晶を得ることができる。本実施例では、上半分の照射と下半分の照射の間の位置が変化しても、長軸方向のランダムな移動により結晶化の不均一が無害化されるため、基板中央での結晶性の低下がない利点がある。

【0033】

図4は本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法におけるレーザ光走査時のレーザ光の強度分布と基板との相対的な位置関係の一例を模式的に示す説明図である。本例では、図4の上下方向に長い矩形状のレーザ光が、その長軸方向に周期的に変調されている。また、本例では、レーザ光が図の右方向に一定の照射間隔14で移動しながら照射される場合の例を示している。各照射でのレーザ光のフルエンスが最大となる位置15が、長軸方向に周期的に形成されており、その長軸方向の位置は整数を n 、レーザ光の変調周期22を a 、非負で a より小さい値を r として、 $na + r$ で表されている。

【0034】

各照射ごとに最大位置15は長軸方向にランダムに移動するため、 r の値も変化する。 r の値が周期 a に比べ小さいと、実質的に照射位置が固定されることになり、弱いフルエンスのレーザ光でのみ照射される領域が形成されて結晶性が低下する問題がある。 r の値の変動幅16は周期 a の少なくとも半分以上であることが望ましい。

【0035】

図5はパルスレーザー光を照射したときのアクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上に成膜された半導体膜の熔融様子を説明する模式図である。アクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板としてガラス基板を用いた場合で説明する。ガラス基板上101には、プラズマCVD法によりSiNおよびSiOからなる下地膜102および103、プリカーサとなるアモルファスSi膜2がそれぞれ50nm、100nm、および50nmに堆積されている。アモルファスSi膜は450°Cのアニールで脱水素処理されており、レーザー光の照射時の水素の突沸による欠陥の発生を抑制している。レーザー光の長軸方向に周期的な位相シフトマスク4を透過して変調されたレーザー光がアモルファスSi膜に照射される。レーザー光は位相シフトマスク4の段差部で弱められ、その他の部分で強められる。レーザー光の変調周期22は位相シフトマスク4の段差の周期21の半分となっている。

【0036】

レーザー光のフルエンスが融解しきい値23を超える領域24に含まれるアモルファスSi膜は膜厚方向にわたり完全熔融する。一方、融解しきい値以下のレーザー光が照射された領域25では、アモルファスSi膜は部分的に熔融し、結晶化して多結晶Si膜に変化する。完全熔融した領域24は、周囲の非融解領域25の結晶を核として、長軸方向に横方向成長する。ここで、パルスエキシマレーザー光のパルス幅を25ns、アモルファスSi膜2の膜厚を50nmとした場合、室温での最大横方向成長距離は1μm程度である。融解領域24の幅が、最大の横方向成長距離の2倍以上であると、融解領域24の中央が横方向成長から取り残され、微結晶が形成されて結晶性の悪い領域となるため望ましくない。例えば、位相シフトマスク4の段差周期21を3μmとし、レーザー光の変調周期22を横方向成長距離1μmの2倍以内である1.5μmとすれば、レーザー光のフルエンスの変動により融解領域24の幅が変動しても、微結晶の発生が抑制される。従って、レーザーのフルエンス変動に対するマージンが広い利点がある。以下では、変調領域24の幅が最大横方向成長距離の2倍以下であるとして説明する。

【0037】

図6は位相シフトマスクで強度変調したレーザ光を照射して結晶化した膜に再度位相シフトマスクで変調したレーザ光を照射する場合のSi膜の断面と平面図の一例を説明する模式図である。図6に示したSi膜は、以前の照射により粒界31で区切られた結晶粒32からなる多結晶膜となっている。また、凝固時の体積変化に伴う突起33が、レーザ光の周期と同じ周期で形成されている。以前の照射で弱いフルエンスで照射された領域には、比較的小さい粒径の結晶34が形成されている。本例では、この比較的小粒径の結晶に対し、融解しきい値23以上のレーザ光が照射される例を示した。図5と同一参照符号は同一部分または同一の意味を示す。

【0038】

図7は図6に示した構成でレーザ光を照射した後の結晶の断面と平面を説明する模式図である。図6と同一参照符号は同一部分または同一の意味を示す。前記図6において、融解しきい値23を超えるレーザ光が照射された領域24に含まれていた結晶は融解し、融解領域24の端部の結晶と同一の方位の結晶が新たに横方向成長して図7に示したような多結晶膜32となる。融解領域24の両端の結晶は一般には結晶方位が異なり、図7における領域24の中央に新たな粒界31が形成される。また、図7において、溶融領域の中央には新たな突起33が形成される。本例では、この照射により、融解領域24に含まれない領域の結晶が両側に成長し、レーザ光の変調周期とほぼ同一の長さを持った結晶粒32が形成されており、膜全体の長軸方向の粒径がレーザ光の変調周期とほぼ一致した多結晶膜となっている。

【0039】

そして、長軸方向にランダムに移動させながらレーザ光の照射を繰り返すことにより、各照射時の溶融領域24はランダムに移動する。レーザ光が照射された領域では横方向成長が進行して長軸方向の粒径が増大し、最終的に図7に示したように、レーザ光の変調周期と同じ長さまで成長する。一方、一度周期と同じ長さの粒径の結晶が形成された後、それ以降の照射により粒径が減少しないことが、良好な結晶性を得るために重要である。

【0040】

図8は長軸方向に周期とほぼ同じ粒径を持った多結晶膜に粒界を含まない単一の結晶粒32を分割する形で融解しきい値を超えるレーザ光を照射する前の結晶の例を示す模式図、図9は長軸方向に周期とほぼ同じ粒径を持った多結晶膜に粒界を含まない単一の結晶粒32を分割する形で融解しきい値を超えるレーザ光を照射した後の結晶の例を示す模式図である。レーザ光の照射前の結晶は、図8に示すように突起33が周期的に形成されており、また突起33に沿って粒界31が形成されている。融解領域24の結晶はレーザ光の照射により融解するが、その両端の結晶は元々単一の結晶であり、その方位は同一となるため、横方向成長した結晶の方位も同一となる。

【0041】

レーザ光の照射後には、図9に示すように融解領域24の中央で横方向成長した結晶同士が融合し再び単一の結晶粒32が形成される。一方、体積膨張に伴う新たな突起36が融解領域24の中央付近に形成される。通常、レーザアニールによる突起は3つ以上の結晶が交差する点で発生しやすく、2本以上の粒界が交差する部分では、突起36に交差する粒界が図示したようなZ字状の1本のみが含まれているという特徴がある。なお、融解領域24の両側から成長した結晶の幅が異なるため、一部融解領域の中央付近に新たな粒界を生じることもあるが、両側から成長した結晶の多くは新たな粒界を形成することなく融合し、レーザ光の変調周期とほぼ同程度の長さの粒径を持った膜が維持される。このように、一旦レーザ光の周期と同一の長さの結晶粒が形成されると、その後のレーザ光の照射では、粒径はほぼ一定になる。その結果として、本実施例の方法では、複数回の照射により高い確率で最終的に周期とほぼ同じ長さの結晶粒が形成される。

【0042】

本実施例におけるシリコン半導体膜の結晶化方法では、レーザ光の各照射間の位置合わせに誤差があっても、この誤差は、レーザ光の変調の周期方向に加えられるランダムな変位に吸収され無害化される。従って、基板を載置するステージ走査の誤差が横方向成長距離より大であってもよく、簡便なステージ走査機構を用いることができ、装置コストを抑制することができる。また、レーザ光の照射

回数は、平均して各領域が1回程度融解するように設定すればよく、本実施例では、例えば10回程度の照射回数で周期方向の粒径がレーザ光の変調周期、たとえば $1.5\mu\text{m}$ の結晶が形成される。従来のマルチショット法では同様な粒径の結晶を形成するのに数十回の照射が必要であるのと比べて少ない照射回数ですみ、スループットを向上することができる。

【0043】

また、結晶の粒径がレーザ光の変調周期で決定されるため、横方向成長距離が変化してもほぼ同一の結晶粒径が得られ、レーザ光のフルエンスに対するマージンが大きいという利点がある。また本発明では、膜の全領域を一度に融解する必要がなく、局所的に融解しきい値を超えるフルエンスのレーザ光が照射できればよい。平均のフルエンスを低く抑えることができる。位相シフトマスクによる変調は、変調前後での平均強度がマスクの反射による損失を除き同一であって、結果として処理に必要なレーザ出力を従来よりも低減できる効果がある。また同一の発振出力のレーザを用いた場合は、より広い範囲を一度に処理できてスループットが向上するという効果が得られる。

【0044】

本実施例においては、レーザ光照射位置の変調周期方向への移動は、任意の領域が少なくとも1度融解しきい値以上のフルエンスで照射されるよう行われる必要があるが、連続したレーザ光照射間で融解領域が重なりをもっていなくともよい。各レーザ光照射時の位置がランダムであれば、複数回の照射において一度も融解しきい値以上のフルエンスのレーザ光が照射されない領域が残る確率は照射回数に対し指数関数的に減少する。レーザ光の変調周期を横方向成長距離の2倍以下、融解しきい値を超えるフルエンスで照射される領域の幅を当該周期の半分以上とすれば、5回程度の少ないショット数で該周期とほぼ同一の結晶が実用上問題ない歩留まりで形成でき、スループットを向上できて好適である。

【0045】

本実施例においては、レーザ光の変調の周期方向への移動は、完全にランダムである必要はなく、シリコン半導体膜（Si膜）の各位置が融解しきい値を超えるフルエンスのレーザ光で照射されればよい。Si膜の各位置が1～2度順序に

よらず照射されれば良好な結晶が得られる。例えば、数ショット毎に1～2度程度周期方向の移動方向が反転するような構成とすることも可能である。また、得られる結晶の粒径が照射開始位置にもよらないため、位置合わせの必要がなく、一度不十分な結晶化がなされた基板を再度結晶化して回復することも容易である。

【0 0 4 6】

なお、以上説明してきた実施例では、レーザ光としてパルスレーザ光を用いたが、連続発振したレーザ光を用いることもできる。この場合も、照射位置の変調周期方向への移動に伴って横方向成長位置が移動し、パルスレーザ光を用いた場合と同様の効果が得られる。また、レーザ光の波長は308nmに限られるものではなく、Si半導体膜に吸収されて熱となり、かつ位相シフトマスクとして用いられる透明でレーザの照射に耐えうる素材のある波長であればよい。例えば、波長248nmのエキシマレーザと石英で形成した位相シフトマスクの組み合わせを用いることもできる。また、波長532nmの連続発振レーザと透明樹脂にて形成された位相シフトマスクを用いることもできる。樹脂製のマスクは、型を用いて成形することで安価に得ることができる。また、樹脂製のマスクは耐衝撃性に優れるため、より薄いマスクを形成することができるため軽量化が可能であり、上記した周期方向への移動を高速化しやすいという利点がある。また、本実施例による多結晶Si膜の製造方法は、レーザ光の干渉性が低くても用いることが可能である。

【0 0 4 7】

図10は本発明の実施例により形成される多結晶半導体膜の粒界と突起の配置の例を示す模式図である。図10は、同図の垂直方向に長い矩形のレーザ光を用い、長軸方向に周期的な位相シフトマスクを用いて変調したレーザ光を、図10の左から右に順次走査して形成した多結晶半導体膜の例である。レーザ光の照射位置を水平方向、すなわち短軸方向に、レーザ光の各レーザパルスの照射ごとに照射間隔14だけ移動しつつ、長軸方向にはランダムに移動させて照射する。照射間隔14はレーザビームの短軸幅（図示せず）より小であり、半導体膜の各位置は複数回のレーザ光照射がなされる。

【0048】

半導体膜には、各レーザ光の照射時に融解した領域に対応した突起33が直線上に配列した突起列38が形成される。突起列38の周期37はレーザ光の変調周期と同一である。また、各照射での周期方向への移動はランダムであるので、突起の列の形成される位置もまたランダムとなり、照射間隔14ごとに突起列にはランダムなずれ40が生じる。また、融解しきい値以上のフルエンスで照射された領域の突起は融解するが、それ以外の領域の突起は残存する。融解領域の幅は周期より小さいため、多くの場合最後のレーザ光照射での融解領域に含まれない突起列が存在する。従って、最後のレーザ光照射時に形成された突起列のほかに、該周期内に突起列が残存することになる。その結果、周期内に複数の突起列が形成される。

【0049】

また、ほぼ周期と同じ長さの結晶粒が形成されたのち、結晶粒を分割する位置に融解しきい値を超えるフルエンスのレーザが照射され、再度単一の結晶が形成されると、図9に示したように、交差する粒界が1本である突起の列が形成される。本実施例の変調位置のランダムな移動を行って結晶化した半導体膜は、これらの特徴を有する。

【0050】

レーザ光のフルエンスが低く、融解領域の幅がレーザ光の変調周期に比べ小さい場合には、上記した突起列が残存する可能性が増加し、当該周期内により多くの突起列が形成される傾向がある。融解領域の幅の1/2より近接した突起は融解するため、この突起列の最小間隔はレーザ光の最終ショットでの横方向成長距離の1/2とほぼ同程度になる。また、複数の突起列が形成された膜では、横方向成長距離が小さいため、体積膨張により突起の高さが小さくなる傾向があり、薄膜トランジスタのチャネルとして用いるのにより好適である。レーザ光照射の前半のフルエンスを大とし、融解領域の幅が大きく少ないショット数で周期とほぼ同じ長さの結晶粒が形成したのち、当該照射の後半でフルエンスを小として融解領域の幅が狭くすると、新たな粒界を形成することなく複数の突起列を形成して全体の凹凸を減少させることができ、薄膜トランジスタのチャネルとして用い

るのに適した半導体膜が得られる。

【0051】

短軸方向にレーザ光照射の前半に比べ、その後半で照射フルエンスが減少するようにフルエンス傾斜を形成することで同様の効果を得ることもできる。また、レーザ光照射の前半で該レーザ光の変調周期を大とし、後半で小とすることでも同様に、前半のレーザ光の変調周期に相当する大きい粒径を有し、後半のレーザ光の変調周期に対応した突起列の平均間隔の小さい、従って凹凸の小なる膜を得ることもできる。

【0052】

図11は本発明の製造方法を用いて得たSi膜の一例を説明する顕微鏡写真である。図11に示した多結晶Si膜は、ガラス基板上に下地膜と50nmのアモルファスSi膜を形成し、脱水素処理を行ったものを前記した製造方法により結晶化したものである。この結晶化には、レーザ光ビームの短軸方向の幅360 μ m、長軸方向の幅365mmの長軸方向に変調されたパルスエキシマレーザ光を用いた。3 μ mの周期の位相シフトマスクを用い、レーザ光を1.5 μ m周期に変調した。照射位置を図11の左から右に向かって走査しつつ、長軸方向にランダムに移動させながら結晶化した。ライン状のビームに整形する前のレーザ光のフルエンスを800mJとし、照射位置の短軸方向への各レーザパルス照射間の移動距離を36 μ mとして、10ショットの照射を行った。得られた膜をライト(Wright)エッチを用いて粒界を選択エッチし、走査電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した。図11において、白く見える部分では周囲より膜が厚く、突起33が形成されている。

【0053】

図12は図11の写真における粒界と突起をスケッチして示す模式図である。図12の直線状に形成された突起列38の周期37は1.5 μ mであり、レーザ光の変調周期に一致している。また、周期方向にほぼ周期と同じ長さの結晶粒32が斜線で示したように形成されている。周期内には粒界とほぼ一致する突起列38のほかにも突起列39が形成されている。この突起列39の突起には、交差する粒界が1本しかない突起36が含まれている。

【0054】

図13および図14は、互いに異なる周期性を持ったレーザ光を照射して半導体膜を製造する工程例の説明図である。図13において、ラインビーム状のパルスレーザ光1の短軸方向に、周期 $8\mu\text{m}$ の線状のパターンを有する位相シフトマスク41にレーザ光を透過させる。位相シフトマスク41は、基板から 0.7mm の高さに保持され、周期 $4\mu\text{m}$ の短軸方向に周期的な強度分布を持ったレーザ光を形成する。レーザ光のフルエンスは、多結晶Si膜の溶融しきい値を超えるフルエンスのレーザ光が照射される領域の幅が、最大横方向成長距離の2倍以下、例えば最大横方向成長距離が $1\mu\text{m}$ の場合、 $1\mu\text{m}$ 程度になるように設定する。

【0055】

基板6を載置保持するステージ5を、短軸方向に走査しながら照射することで、基板の各領域に1回以上溶融しきい値以上のフルエンスのレーザ光が照射されるようにする。ビーム幅を $330\mu\text{m}$ とし、各照射ごとに基板を $33\mu\text{m}$ 短軸方向に移動させ、アモルファスSi膜2の形成された基板に10ショット照射した。本実施例では溶融しきい値を超える領域の幅はレーザ変調周期の4分の1程度であり、10回の照射により各領域は1度以上溶融する。照射後の多結晶Si膜42の結晶粒はレーザの強度変調方向43である短軸方向に横方向成長した形状となり、短軸方向に平均して横方向成長距離である約 $1\mu\text{m}$ 程度の結晶粒径を有する。

【0056】

本実施例のように、短軸方向に周期性を持った位相シフトマスク41を用いてレーザ光1を変調する場合、短軸方向の回折光がラインビーム状レーザ光の外に逃げてフルエンスに損失が生じる。この損失は位相シフトマスク41のピッチが小さいほど、また該位相シフトマスクと基板の距離が離れるほど多くなる。基板6と位相シフトマスク41の間の距離は、該位相シフトマスク41への付着物を防止する観点から、例えば 0.2mm 以上とする必要があり、あまり小さくできない。従って、この損失を避けるためには、短軸方向に周期を持った位相シフトマスク41では、その周期を長軸方向に周期性を持った位相シフトマスクを配置する場合に比べ大きくすることが望ましい。本実施例のレーザ光のビーム形状と

位相シフトマスク高さにおいては、位相シフトマスクのピッチを $6\ \mu\text{m}$ 以上とすれば、回折光による損失を実用上問題ない範囲である 10% 以下に抑えることができる。

【0057】

また、前記した微結晶化の抑制のため、融解しきい値を超える領域の幅は最大横方向成長距離で制限される。従って、レーザ光の変調周期が大きくなると、レーザ光の照射領域に占める横方向成長する領域の範囲が少なくなり、良好な結晶性を得るのに必要な照射回数は増加する。10ショット程度の照射回数で全面が横方向成長できるようにするには、レーザ光の変調周期は最大横方向成長距離の 5 倍程度に抑える必要がある。本実施例の場合、例えばレーザ光の周期が $5\ \mu\text{m}$ 以下であれば、10ショット程度で全面を横方向成長させることができる。

【0058】

図 14 では、図 1 と同様に、短軸方向に周期性をもった位相シフトマスク 44 にレーザ光 1 を入射して、長軸方向に周期性を持ったレーザ光を形成し、図 13 の方法で得られた多結晶 Si 膜に照射する。基板 6 を載置保持したステージ 5 を短軸方向に一定の速度で移動させながら、長軸方向にランダムな変位 46 を与えて照射することにより、長軸方向にレーザ光の変調周期とほぼ同一な長さの結晶粒を持った多結晶 Si 膜 45 が得られる。また、多結晶 Si 膜 45 では、成長方向と垂直な方向、すなわち短軸方向の粒径は元の多結晶 Si 膜 42 の結晶性を反映するため、アモルファス Si 膜に直接照射した場合に比べて粒径が大きくなり、より異方性が低減された膜が得られる。

【0059】

図 15 は本発明の製造方法の他の実施例における互いに垂直な方向に周期性をもったレーザ光を順次照射して形成した Si 膜の一例を説明する顕微鏡写真である。ここでは、 $10\ \mu\text{m}$ ピッチの位相シフトマスクを用いてビームの短軸方向に変調したレーザ光を 10 ショット照射したのち、 $3\ \mu\text{m}$ ピッチの位相シフトマスクを用いてビームの長軸方向に変調したレーザ光を 10 ショット照射して結晶化した。後者の結晶化では、レーザ光の変調周期方向である長軸方向に、ショットごとにランダムな距離を基板を移動させて照射した。図 15 は得られた半導体膜

に粒界顕在化のためのライト (W r i g h t) エッチを行ったのち S E M を用いて観察したものである。

【0060】

図 16 は図 15 の写真における粒界と突起ををスケッチして示す模式図である。図 16 において、後半に照射した長軸方向に周期的なレーザ光の変調周期とほぼ一致する $1.5 \mu\text{m}$ の周期で突起 33 が形成されている。また、周期内に直線状に突起が配列した突起列 38 が複数形成されている。一方、該周期と垂直方向の粒径は、前半の短軸方向に周期的なレーザ光による結晶化での横方向成長を反映し、図 11 と図 12 で説明した例に比べて大きくなっている。図 11 と図 12 では平均約 $0.3 \mu\text{m}$ であったものが、平均約 $0.5 \mu\text{m}$ に拡大され、異方性が低減されている。なお、短軸方向の横方向成長により形成される長軸方向に平行な突起列は、2 回目の照射によってほぼ消滅しており、図 11 と図 12 で説明した実施例と比べても新たな凹凸の増加は見られない。

【0061】

本実施例は、製造工程の途中で位相シフトマスクを切り替える機構を付加することで、単一の装置のみを用いて容易に実現でき、装置コストを低く抑えることができる。なお、同様な異方性低減効果は、長軸方向に周期性を持ったマスクのみを用いてレーザ光を変調し、基板を短軸方向に走査しつつ長軸方向にランダムに移動させながらレーザ光を照射する結晶化の途中で、基板の向きを 90 度回転させて同様の照射を続けることによって得られる。この場合、ステージまたは基板搬入の際に基板を 90 度回転する機構が必要で装置コストが若干増加するものの、縦横にほぼ同じ粒径のより異方性が低減された結晶が得られる。なお、この方法でも、前半で形成された突起は 90 度回転後のレーザ照射により緩やかな凹凸が残留するがほぼ消滅した状態となり、新たに 90 度回転した方向に回転せずに照射した場合と同程度の凹凸を有する突起列が形成されるため、凹凸の増大はない。

【0062】

図 17 は本発明の製造方法で多結晶化した半導体膜に形成した薄膜トランジスタを有する液晶表示装置用のアクティブ・マトリクス基板上の回路配置の実施例

を模式的に説明する平面図である。この液晶表示装置は、薄膜トランジスタが形成されたアクティブ・マトリクス基板 51 と、図示しないが対向基板との間に液晶 57 が封入された構成となっている。薄膜トランジスタが形成されたアクティブ・マトリクス基板 51 はガラスからなる透明絶縁基板（ガラス基板）であり、その上に、互いに交差する複数の配線（ゲート線 52 及びデータ線 53）が配置されている。

【0063】

各ゲート線 52 及びデータ線 53 の交差部には液晶 57 を駆動する画素回路 54 が形成されている。画素回路 54 にはスイッチとして機能する薄膜トランジスタからなる画素スイッチ 55 と保持容量 56 が形成されている。画素スイッチ 55 をなす薄膜トランジスタには、前記した本発明の製造方法で製造された半導体膜が用いられている。また、画素駆動回路のうちゲート線を駆動するための回路であるゲート線ドライバ 58 と、画素駆動回路のうちデータ線を駆動するための回路であるデータ線ドライバ 59 が同一のガラス基板上に形成されてアクティブ・マトリクス基板 51 となっている。

【0064】

本実施例の液晶表示装置によれば、ガラス基板上に大面積の半導体膜を高スループットで形成できる。従って、大面積が要求される画像表示装置の画素スイッチとなる薄膜トランジスタの形成に好適である。また、比較的粒径の大きい結晶の半導体膜が得られるため、より高性能が要求される画素回路周辺の画素駆動回路に前記製造方法で形成された薄膜トランジスタを配置することもできる。また、本実施例における半導体膜は、成長方向である変調方向、本実施例では例えば長軸方向の粒径が一般により大きいため、薄膜トランジスタのチャネルを長軸方向に配置することでより高い電子移動度が得られる。

【0065】

アクティブ・マトリクス基板 51 を構成するガラス基板上に周辺回路（画素駆動回路等）の領域を薄膜トランジスタで構成する場合、より駆動力の大きい薄膜トランジスタのチャネル方向を成長方向にそろえるのが望ましい。一方、画素回路の領域ではそれほど高い移動度は必要ないため、薄膜トランジスタのチャネル

の向きを長軸方向及び短軸方向のいずれにも設置してもよい。また、前記した図 13 及び図 14 に示したような異方性を低減する工程を用いれば、得られる薄膜トランジスタの性能はチャンネルの向きによらなくなる。従って回路についても薄膜トランジスタのチャンネルの向きをいずれに設置してもよい。

【0066】

図 18 は本発明の製造方法による半導体薄膜を用いて形成した液晶表示装置に用いる半導体装置の画素部分の構成例を模式的に説明する平面図である。液晶表示装置では、薄膜トランジスタが形成された基板であるアクティブ・マトリクス基板と対向基板の間に液晶を封入して動作させるが、図 18 では薄膜トランジスタが形成されたアクティブ・マトリクス基板のみ示した。

【0067】

図 19 は図 18 の破線 A-B に沿った断面図である。本発明の製造方法による多結晶 Si 膜は長軸方向に周期性を有する半導体膜 104 であり、画素スイッチ 55 を構成する薄膜トランジスタ、および保持容量 56 に使用されている。保持容量 56 は画素スイッチ 55 の薄膜トランジスタのソースまたはドレイン 61 に接続されており、他方が画素電極 113 に接続され、画素電極 113 の電圧を保持する機能を有している。画素スイッチ 55 はゲートが 2 つ形成されたいわゆるダブルゲート型の薄膜トランジスタである。また、半導体膜 104 のゲート 63 の下側端にソース又はドレイン 61 より低濃度の N 型領域である LDD 62 を設けて、リーク電流を抑制している。なお、参照符号 53 はデータ線、60 はコモン線、64 はチャンネル、101 はガラス基板、102 は SiN 下地膜、103 は SiO₂ は下地膜、105 はゲート絶縁層、107 は層間絶縁層、112 は有機保護膜、113 は画素電極である。

【0068】

画素スイッチ 55 の薄膜トランジスタのチャンネル方向は、前記した半導体膜の周期方向に垂直な短軸方向であるため、長軸方向にチャンネルが配置された薄膜トランジスタに比べ駆動力が小さくなっているものの、液晶の駆動には十分な性能を有している。一方、保持容量 56 はコモン線 60 に正の電圧を印加し、下部の半導体膜 104 にキャリアを誘起した状態で用いるため、半導体膜の移動度の

きい方向に電流方向を合わせることで、保持容量 56 に接続される半導体膜の抵抗が低減され、より高速な動作ができる。図 18 に示した構成例では、保持容量 56 の下層の半導体膜 104 には、主に長軸方向に電流が流れるため、より粒径の大きい方向を長軸方向に合わせている。

【0069】

図 20 乃至図 25 は図 19 に示したアクティブ・マトリクス基板の製造工程の説明図である。まず、図 20 に示したように、ガラス基板 101 上にプラズマ CVD を用いて SiN 下地膜 102 を 140 nm の膜厚に、さらに SiO₂ 下地膜 103 を 100 nm の膜厚に、アモルファス Si 膜 114 を 40 nm の膜厚に順次堆積する。これを 400 度で 10 分のアニールによりアモルファス Si 膜の脱水素処理を行ったのち、パルスエキシマレーザを照射して結晶化する。結晶化の工程は、2 μm ピッチの位相シフトマスクを用いて変調した 1 μm 周期のレーザ光を当該レーザ光の変調周期方向にランダムに移動させて行う。10 ショットの照射を行って、周期方向に約 1 μm の粒径を持つ結晶からなる図 21 に示した多結晶 Si 115 とする。

【0070】

ホトリソ工程を用いて多結晶 Si 膜 115 を島状に加工した後、TEOS (tetraethoxysilane) を用いたプラズマ CVD により、ゲート絶縁膜 105 となる SiO₂ 膜を 130 nm 厚に堆積する (図 22)。ゲート絶縁膜 105 上にゲートとなる MoW (モリブデン-タンゲステン合金) 膜 106 を 150 nm の膜厚にスパッタする。MoW 膜 106 の形成後、レジストを塗布し、マスク露光、現像を順次行ってレジストパターン 116 を形成する (図 23)。レジストをマスクとして、燐酸、硝酸、酢酸および水の混合液を用い、MoW 膜 106 をエッチングする。このとき、図 23 に示すように、MoW 膜 106 がレジスト 116 から片側で 1 μm 後退した形状にエッチングしてゲートとする。エッチング後、N 型のドーパントとなる P イオンを、レジストをマスクとして加速電圧 60 keV にて、平方センチあたり 10 の 15 乗のドーズ量で注入し、レジストで覆われていない領域の Si 膜にドーピングして N ドーピング領域 117 とし、図 23 に示した構造とする。

【 0 0 7 1 】

レジスト除去後、図 2 4 に示すように、ゲート 6 3 をマスクとして、P イオンを加速電圧 7 0 k e V にて、平方センチあたり 1 0 の 1 3 乗のドーズ量で注入し、ゲート端に自己整合的に長さ 1 μ m の L D D 6 2 を形成する。次に、図 2 5 に示したように、T E O S を用いたプラズマ C V D により厚さ 5 0 0 n m の層間絶縁膜 1 0 7 を形成したのち、4 5 0 ° C で 1 時間のアニールを行って注入した P イオンを活性化し、ソース又はドレイン 6 1 を形成する。次に、フッ酸系のエッチング液またはフッ素系のドライエッチを用いたホトリソを行ってコンタクトホールを開口する。さらに、スパッタを用いて配線となる M o W 膜 1 0 8 、A l 合金膜 1 0 9 および M o W 膜 1 1 0 の積層膜をそれぞれ 1 0 0 n m 、4 0 0 n m 、5 0 n m の膜厚に順次堆積し、ウェットエッチを用いて配線 6 5 に加工して図 2 5 の構造を得る。

【 0 0 7 2 】

さらに、プラズマ C V D を用いて S i N からなる保護膜（パッシベーション膜）1 1 1 を図 1 9 に示すように 3 0 0 n m の膜厚に形成したのち、窒素中で 4 0 0 ° C で 3 0 分アニールし、S i 膜の欠陥および S i 膜とゲート絶縁膜との界面の欠陥を終端する。その後、図 1 9 に示した有機保護膜 1 1 2 を塗布、露光現像して画素電極 1 1 3 への接続孔であるスルーホールを形成したのち、反応性スパッタを用いて画素電極となる I T O （I n d i u m - T i n - O x i d e）からなる透明導電膜を形成する。ホトリソ工程を用いて画素電極 1 1 3 を形成して、図 1 9 の薄膜トランジスタが形成されたアクティブ・マトリクス基板を得る。さらに、画素電極の上層に液晶を配向させる配向膜を塗布し、ラビングまたは光照射により配向制御能付与処理したのち、カラーフィルタが形成された対向基板との間に液晶を封入して液晶表示装置が得られる。

【 0 0 7 3 】

本実施例では、N 型の薄膜トランジスタの形成のみ示したが、薄膜トランジスタ回路を形成する場合に、必要な領域をレジストでマスクしたのち、P イオンの代わりに B （ホウ素）イオンを注入する工程を追加し、N 型と P 型の両方の薄膜トランジスタが形成されたいわゆる C M O S 型の薄膜トランジスタ回路を備えた

アクティブ・マトリクス基板とすることもできる。また、本実施例ではアクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板をガラス板としたが、この絶縁性基板はガラス板に限られることなく、プラスチックや絶縁処理した金属板などを用いることができる。

【0074】

特に、レーザ光の照射により加熱されて熱膨張などを起こし、横方向の寸法誤差が大きくなりやすいプラスチック基板などに対しては、従来技術である S L S 法など精密な位置制御が必要な方法では合わせずれのために膜に欠陥が生じる可能性があるが、本発明による半導体薄膜の製造方法は位置合わせの必要がないためプラスチック基板などに対しても容易に適用できる。また、本発明の製造方法の実施例によれば、位相シフトマスクを用いない E L A 法に比べて平均フルエンスを低減でき、またより少ないショット数で同等の結晶が得られるため、基板へのダメージを低減できる利点がある。

【0075】

図 2 6 は本発明の製造方法で製造したアクティブ・マトリクス基板を用いた有機発光素子による画像表示装置例の説明図である。有機発光素子を用いた画像表示装置（有機発光表示装置）も液晶表示装置と同様に、ガラス板等の絶縁性基板上に複数の交差配線と交差部付近に形成された画素を有している。図 2 6 には、一画素の平面図を示した。なお、本実施例の有機発光素子は基板側から光を取り出す方式であり、最上面に A L 合金からなるカソードが形成されているが、図 2 6 ではカソードは除いて示した。

【0076】

図 2 7 は図 2 6 に示した有機発光素子の等価回路の説明図であり、図 2 6 の参照符号と同一符号は同一部分に対応する。また、図 2 8 は図 2 6 の C - D 線に沿った断面図である。図 2 8 において、ガラス基板 1 0 1 上に本発明の製造方法により製造した長軸方向に周期性を有する半導体膜 1 0 4 を用い、L D D が形成された N 型の薄膜トランジスタ 7 2 が形成されている。なお、ガラス基板 1 0 1 上の下地膜の参照符号は図示を省略してある。ガラス基板 1 0 1 には前記した本発明の製造方法による長軸方向に周期性を有する半導体膜を用い、チャネル方向と

周期方向とが一致して形成されており、ゲート長が周期の自然数倍である P 型の薄膜トランジスタ 73 が形成されている。N 型の薄膜トランジスタ 72 はゲート線 52 の電圧によりオンとなって、データ線 53 の信号電圧を保持容量 56 に充電する。

【0077】

充電後ゲート線の電圧により N 型の薄膜トランジスタ 72 がオフとなり、保持容量 56 に信号電圧が保持される。また、P 型の薄膜トランジスタ 73 には、透明電極 75 が接続されており、透明電極 75 上にはホール輸送層、発光層、電子輸送層を含む有機膜 118 からなる有機発光素子 74 が形成され、さらに全面に A1 合金からなるカソード 76 が蒸着されている。P 型の薄膜トランジスタ 73 のゲート 63 には、保持容量 56 に保持された電圧が印加されており、有機発光素子 74 に流れる電流を、保持された電圧に応じた値に一定に制御して発光素子 74 の発光量を調整する。

【0078】

本発明の製造方法により製造されたアクティブ・マトリクス基板上の半導体膜は、前記周期方向に粒径が揃った膜であり、当該周期方向に電流を流す薄膜トランジスタを形成すると、その電流ばらつきを低減することができる。特に、該周期の整数倍の長さのチャネルを持った薄膜トランジスタを形成すると、チャネルに含まれる粒界の数が一定となり、均一度を向上できる。従って、有機発光素子を用いた画像表示装置のように、発光素子を駆動する薄膜トランジスタの電流ばらつきが画像表示ばらつきに影響する装置において、本発明による半導体膜をチャネルとし、該半導体膜の前記周期方向にチャネルを形成し、チャネル長を該周期の整数倍とした薄膜トランジスタを有機発光素子の駆動に用いることで表示画像の均一性が向上する効果がある。

【0079】

なお、上記の実施の形態では、液晶表示装置と有機発光表示装置などの画像表示装置を構成するアクティブ・マトリクス基板の製造と、このアクティブ・マトリクス基板を用いた画像表示装置を例として説明したが、本発明はこれに限るものではなく、半導体膜ウエハ等の絶縁性基板を用いた各種の半導体装置にも同様

に適用できることは言うまでもない。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したのように、本発明によれば、高性能の薄膜トランジスタ等の半導体装置を形成する半導体膜を、低コストで高スループットで形成でき、高性能なアクティブ・マトリクス基板などの半導体装置を低コストで製造することが可能となり、このアクティブ・マトリクス基板を構成部材として高画質の表示を可能とした画像表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法の実施例を説明する模式図である。

【図2】 本発明で用いるレーザ光の強度分布例の説明図である。

【図3】 本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法におけるレーザ光の走査方法の一例を模式的に示す説明図である。

【図4】 本発明によるアクティブ・マトリクス基板の製造方法におけるレーザ光走査時のレーザ光の強度分布と基板との相対的な位置関係の一例を模式的に示す説明図である。

【図5】 パルスレーザ光を照射したときのアクティブ・マトリクス基板を構成する絶縁性基板上に成膜された半導体膜の熔融様子を説明する模式図である。

【図6】 位相シフトマスクで強度変調したレーザ光を照射して結晶化した膜に再度位相シフトマスクで変調したレーザ光を照射する場合のシリコン半導体膜の断面と平面図の一例を説明する模式図である。

【図7】 図6に示した構成でレーザ光を照射した後の結晶の断面と平面を責めいする模式図である。

【図8】 長軸方向に周期とほぼ同じ粒径を持った多結晶膜に粒界を含まない単一の結晶粒を分割する形で融解しきい値を超えるレーザ光を照射する前の結晶の例を示す模式図である。

【図9】 長軸方向に周期とほぼ同じ粒径を持った多結晶膜に粒界を含まな

い単一の結晶粒を分割する形で融解しきい値を超えるレーザ光を照射した後の結晶の例を示す模式図である。

【図 10】 本発明の実施例により形成される多結晶半導体膜の粒界と突起の配置の例を示す模式図である。

【図 11】 本発明の製造方法を用いて得たシリコン半導体膜の一例を説明する顕微鏡写真である。

【図 12】 図 11 の写真における粒界と突起をスケッチして示す模式図である。

【図 13】 互いに異なる周期性を持ったレーザ光を照射して半導体膜を製造する工程例の説明図である。

【図 14】 互いに異なる周期性を持ったレーザ光を照射して半導体膜を製造する他の工程例の説明図である。

【図 15】 本発明の製造方法の他の実施例における互いに垂直な方向に周期性をもったレーザ光を順次照射して形成したシリコン半導体膜の一例を説明する顕微鏡写真である。

【図 16】 図 15 の写真における粒界と突起ををスケッチして示す模式図である。

【図 17】 本発明の製造方法で多結晶化した半導体膜に形成した薄膜トランジスタを有する液晶表示装置用のアクティブ・マトリクス基板上の回路配置の実施例を模式的に説明する平面図である。

【図 18】 本発明の製造方法による半導体薄膜を用いて形成した液晶表示装置に用いる半導体装置の一面素部分の構成例を模式的に説明する平面図である。

【図 19】 図 18 の破線 A-B に沿った断面図である。

【図 20】 図 19 に示したアクティブ・マトリクス基板の製造工程の説明図である。

【図 21】 図 19 に示したアクティブ・マトリクス基板の図 20 に続く製造工程の説明図である。

【図 22】 図 19 に示したアクティブ・マトリクス基板の図 21 に続く製

造工程の説明図である。

【図 2 3】 図 1 9 に示したアクティブ・マトリクス基板の図 2 2 に続く製造工程の説明図である。

【図 2 4】 図 1 9 に示したアクティブ・マトリクス基板の図 2 3 に続く製造工程の説明図である。

【図 2 5】 図 1 9 に示したアクティブ・マトリクス基板の図 2 4 に続く製造工程の説明図である。

【図 2 6】 本発明の製造方法で製造したアクティブ・マトリクス基板を用いた有機発光素子による画像表示装置例の説明図である。

【図 2 7】 図 2 6 に示した有機発光素子の等価回路の説明図である。

【図 2 8】 図 2 6 の C-D 線に沿った断面図である。

【符号の説明】

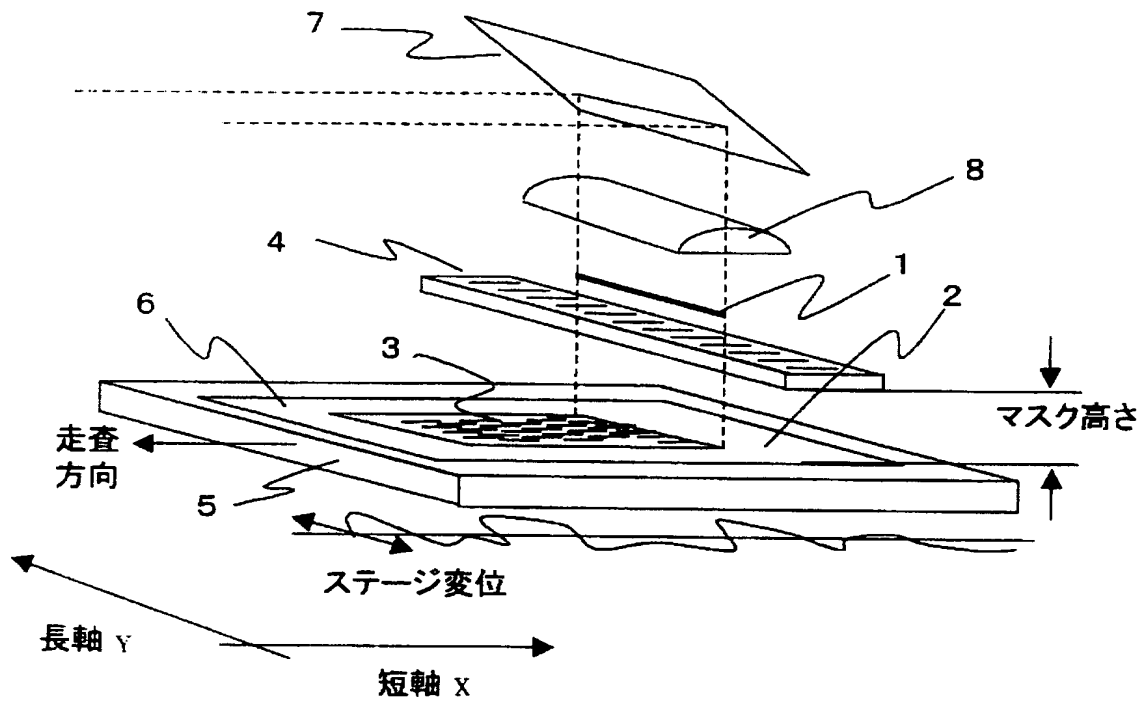
1・・・パルスレーザ光、2・・・アモルファスシリコン半導体膜、3・・・多結晶シリコン半導体膜、4・・・位相シフトマスク、5・・・ステージ、6・・・基板、7・・・ミラー、8・・・シリンドリカルレンズ、11・・・短軸幅、12・・・長軸幅、13・・・レーザ光照射位置、14・・・照射間隔、15・・・レーザフルエンス最大位置、16・・・変動範囲、21・・・マスク周期、22・・・レーザ変調周期、23・・・融解しきい値、24・・・融解領域、25・・・非融解領域、31・・・粒界、32・・・結晶粒、33・・・突起、34・・・結晶粒、35・・・結晶粒、36・・・突起、37・・・周期、38・・・突起列、39・・・突起列、40・・・ずれ、41・・・位相シフトマスク、42・・・多結晶シリコン半導体膜、43・・・周期方向、44・・・位相シフトマスク、45・・・多結晶シリコン半導体膜、46・・・照射位置移動量、51・・・基板、52・・・ゲート線、53・・・データ線、54・・・画素、55・・・画素スイッチ、56・・・保持容量、57・・・液晶、58・・・ゲート線ドライバ、59・・・データ線ドライバ、60・・・コモン線、61・・・ソースまたはドレイン、62・・・LDD、63・・・ゲート、64・・・チャネル、65・・・配線、71・・・電源線

、72・・・N型薄膜トランジスタ、73・・・P型薄膜トランジスタ、74・・・有機発光素子、75・・・透明電極、76・・・カソード、101・・・ガラス基板、102・・・SiN下地膜、103・・・SiO₂下地膜、104・・・半導体薄膜、105・・・ゲート絶縁膜、106・・・MoW膜、107・・・層間絶縁膜、108・・・MoW膜、109・・・Al合金膜、110・・・MoW膜、111・SiN保護膜、112・・・有機保護膜、113・・・画素電極、114・・・アモルファスシリコン半導体膜、115・・・多結晶シリコン半導体膜、116・・・レジストパターン、117・・・Nドープ領域、118・・・有機膜。

【書類名】 図面

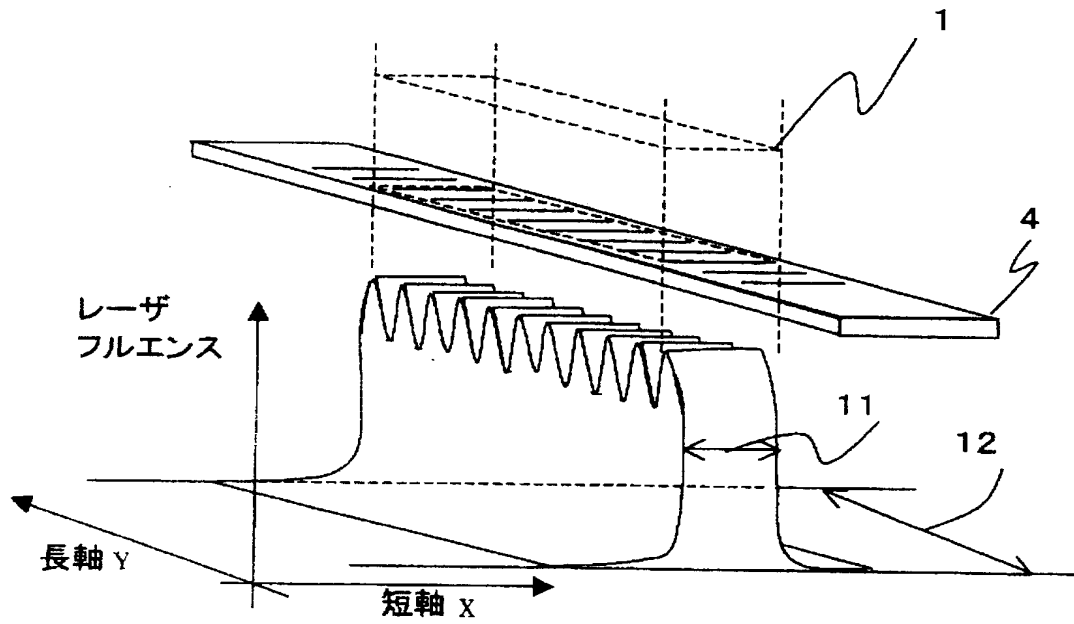
【図 1】

図 1



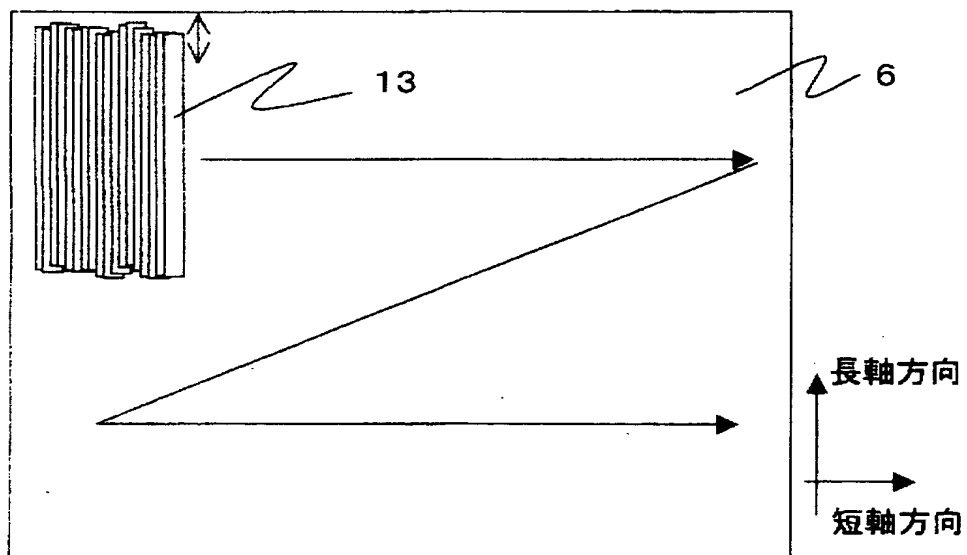
【図 2】

図 2

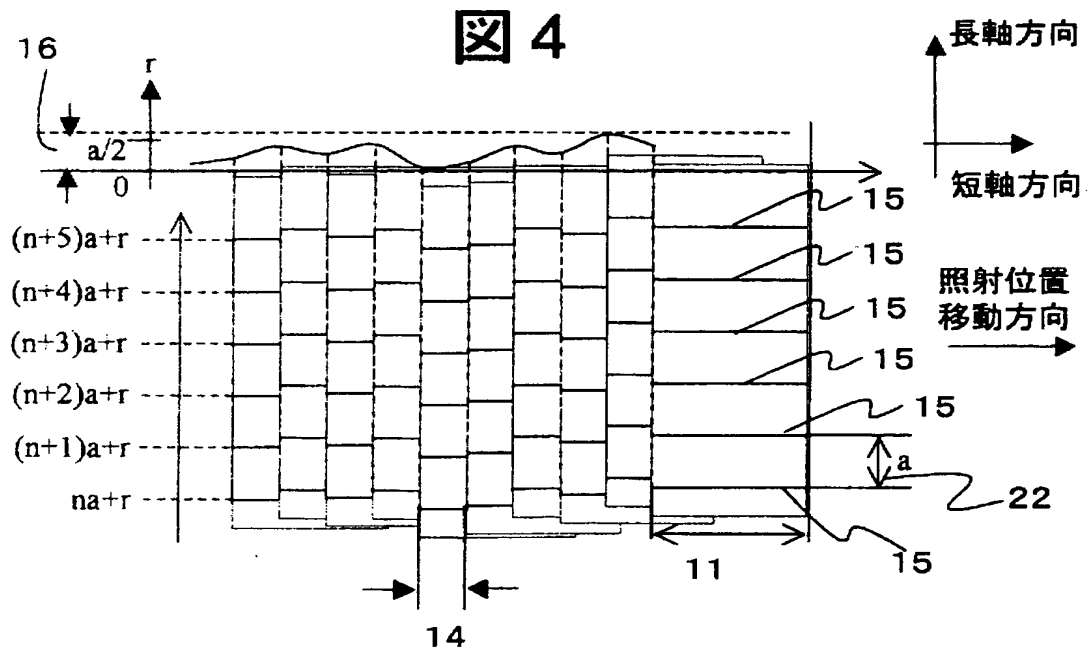


【図 3】

図 3

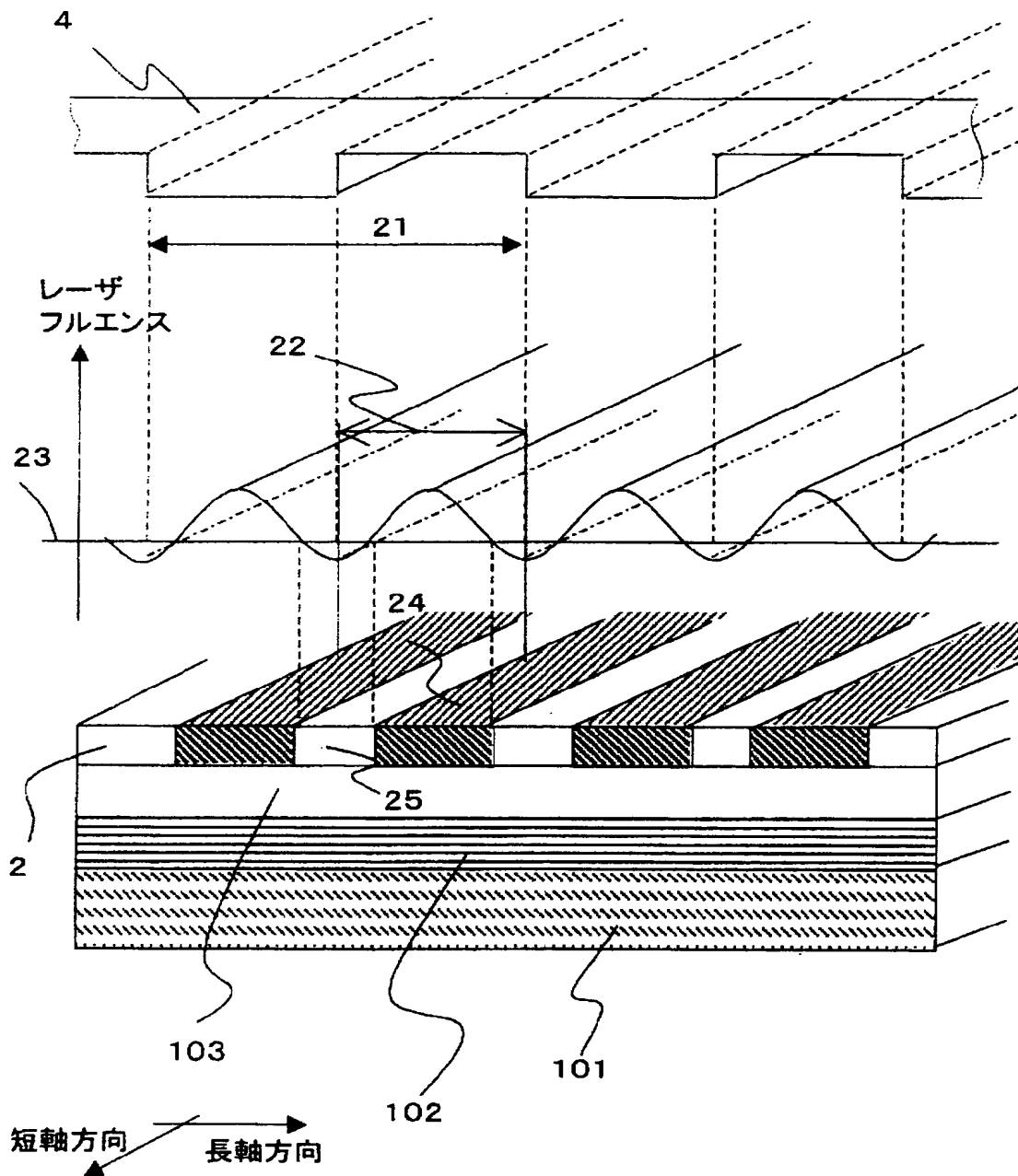


【図 4】



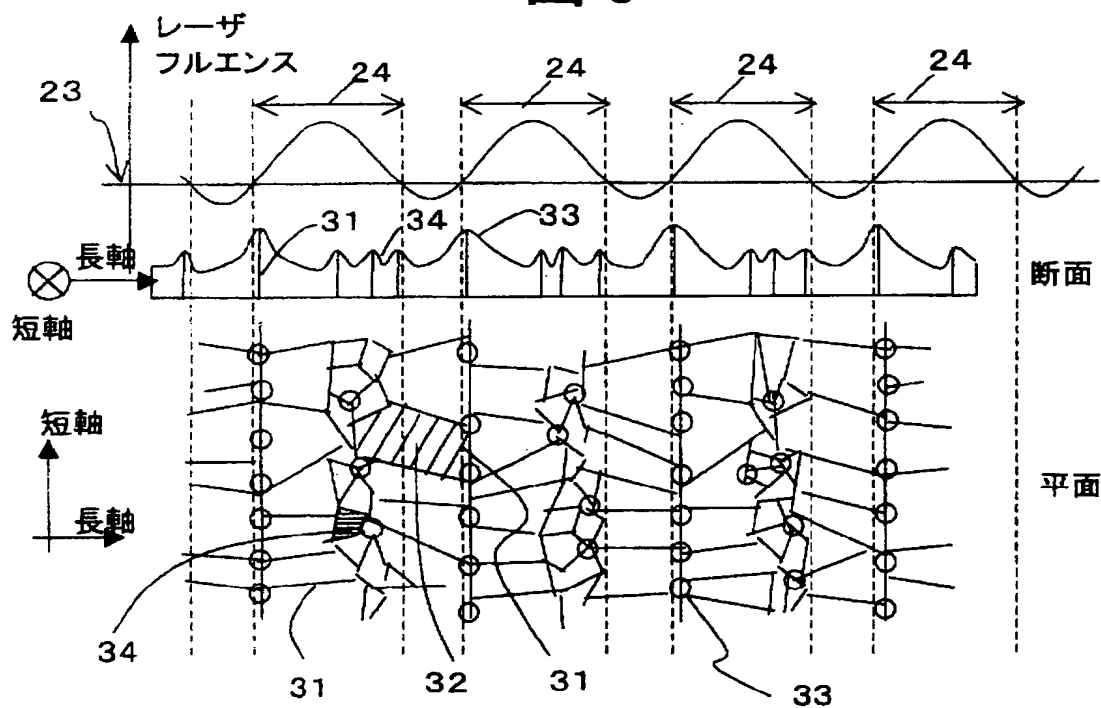
【図 5】

図 5



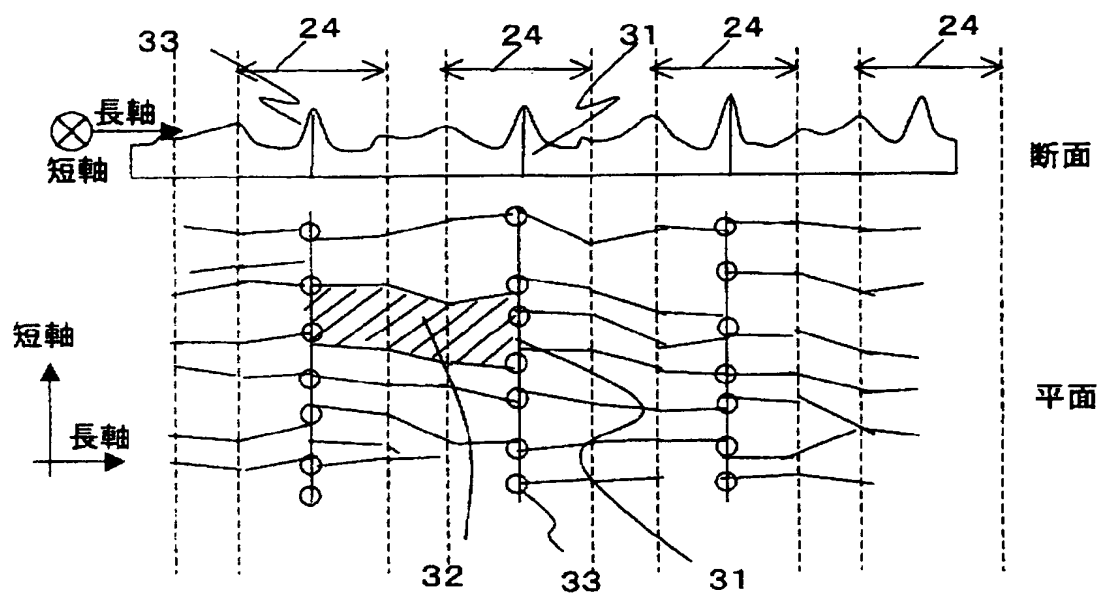
【図 6】

図 6



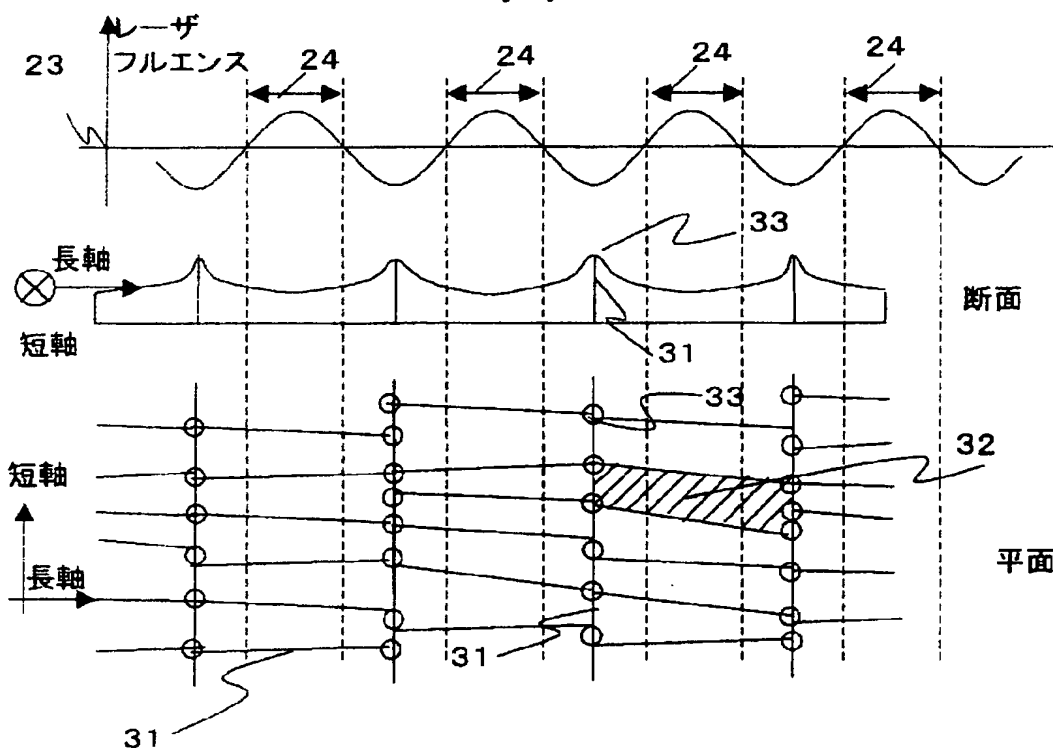
【図 7】

図 7



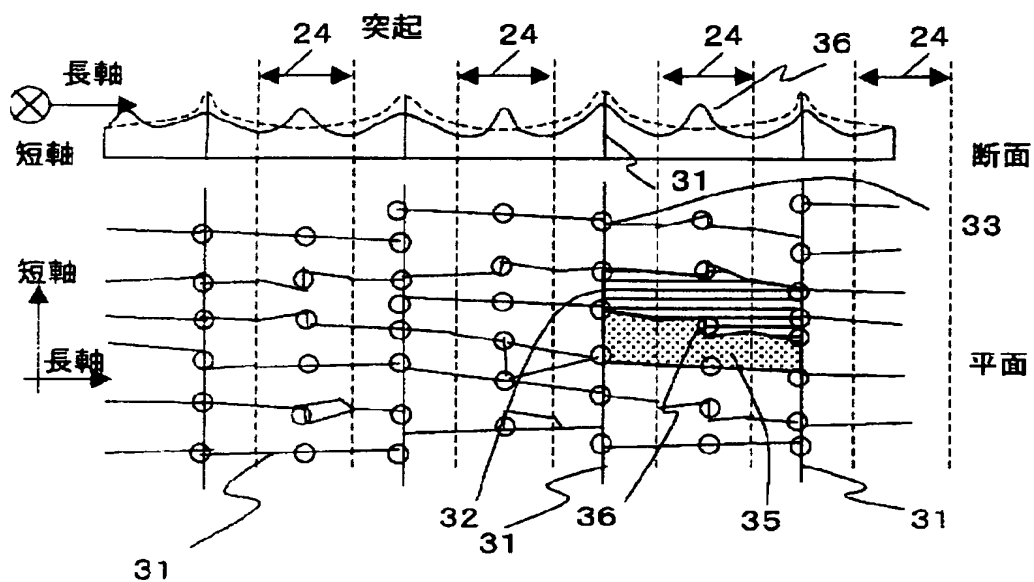
【図 8】

図 8



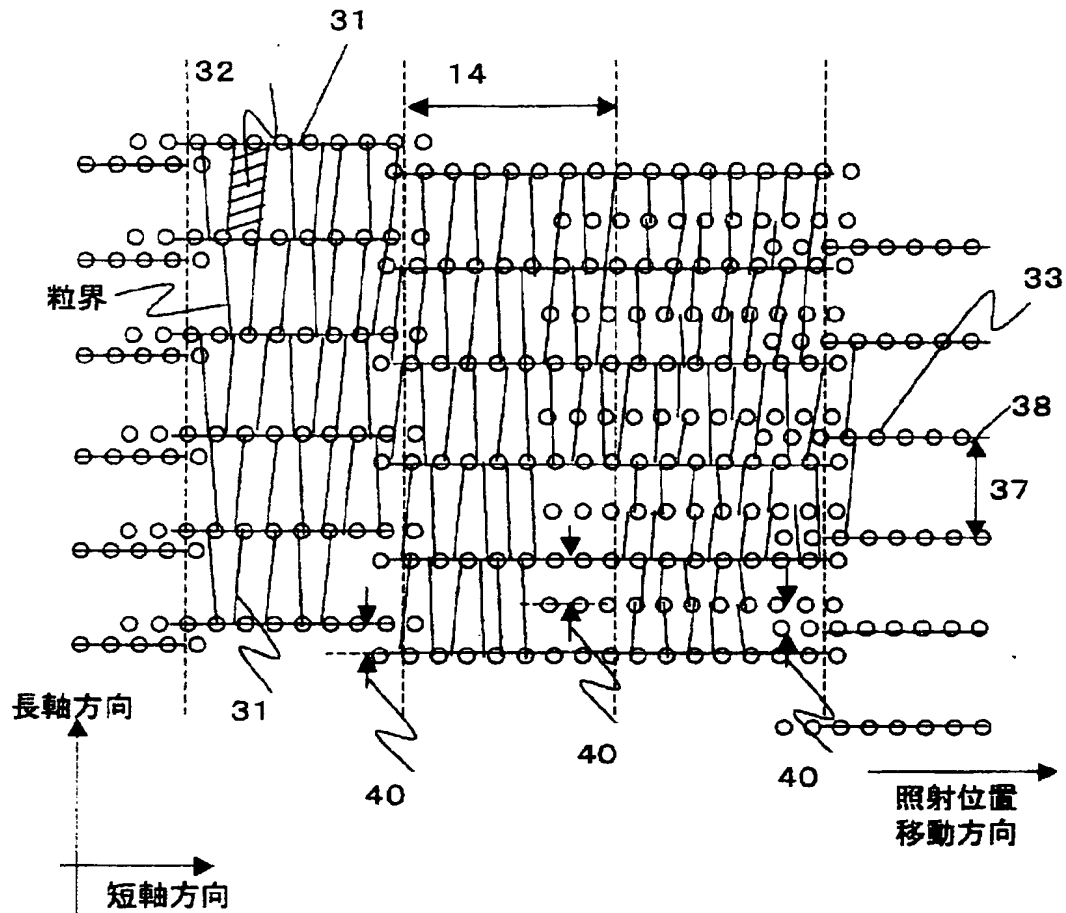
【図 9】

図 9



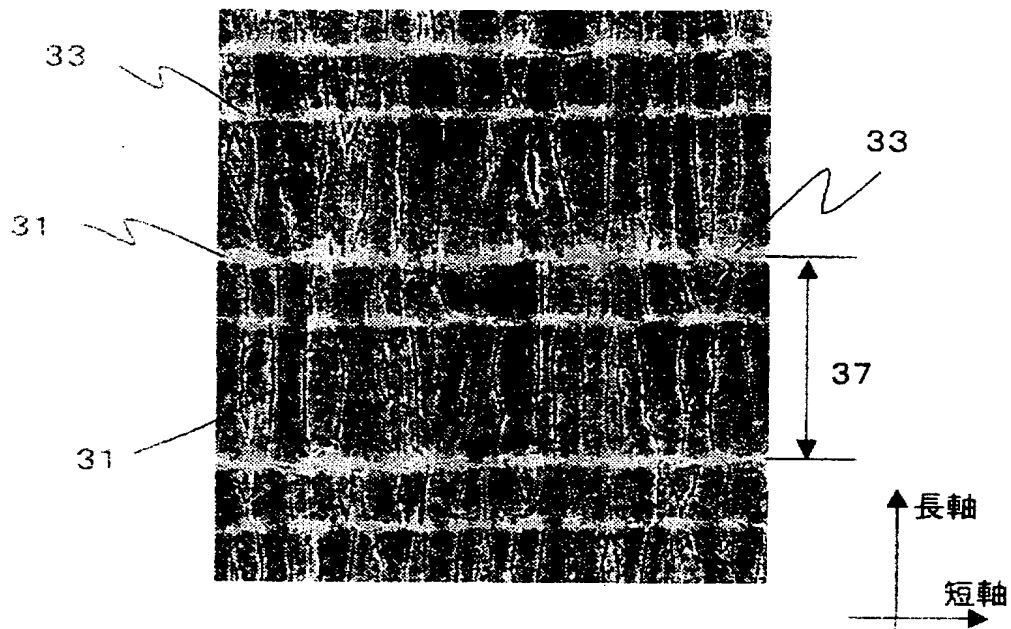
【図10】

図 10



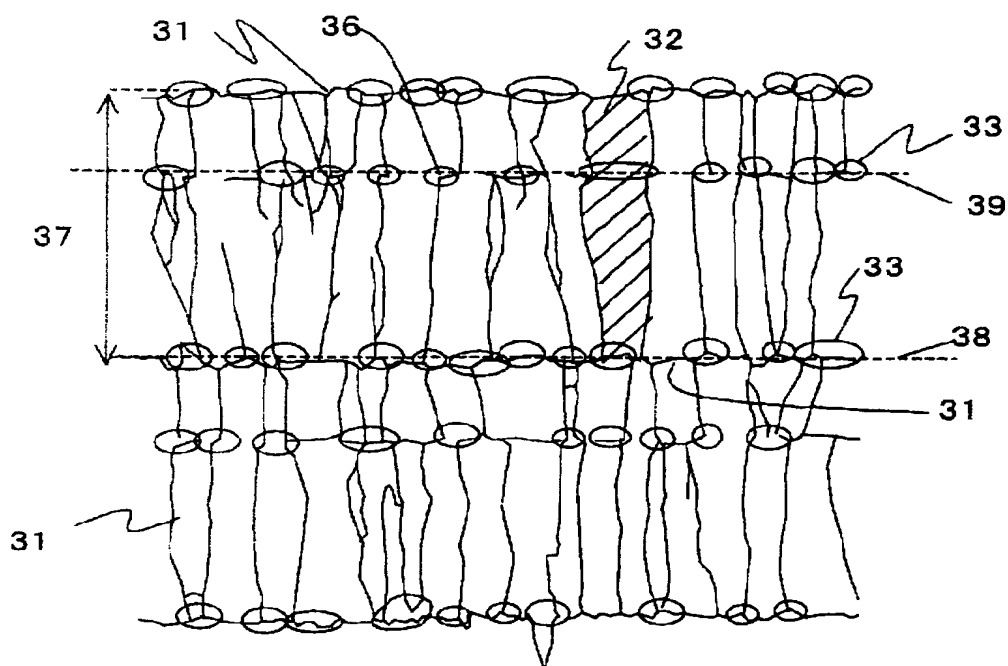
【図 1 1】

図 1 1



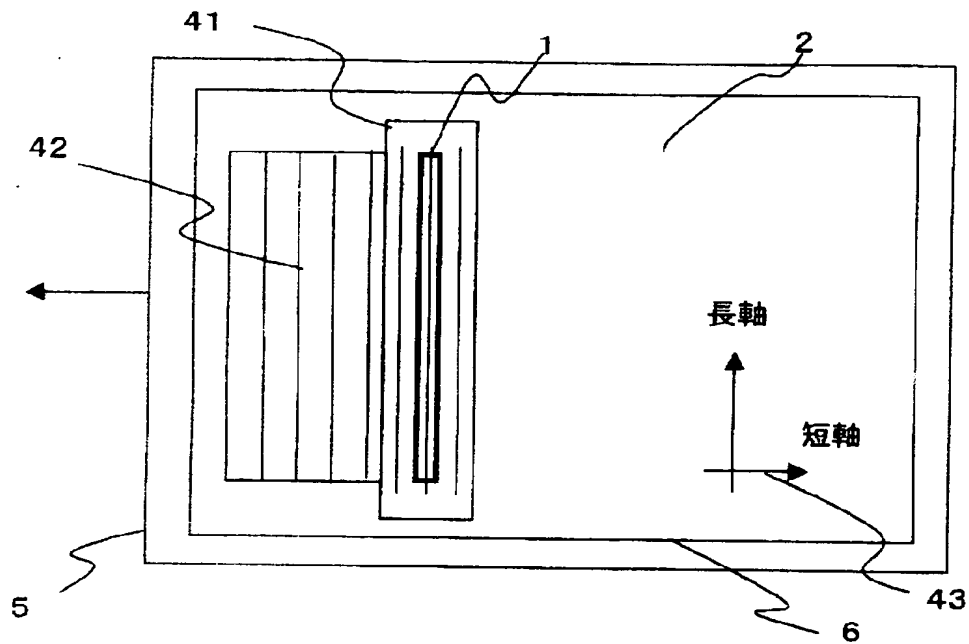
【図 1 2】

図 1 2



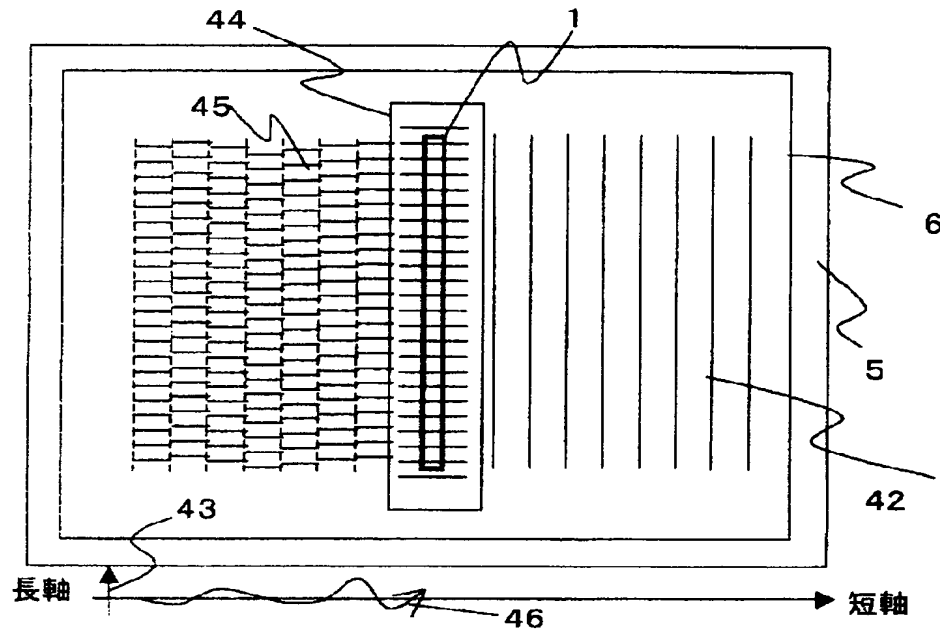
【図 13】

図 13



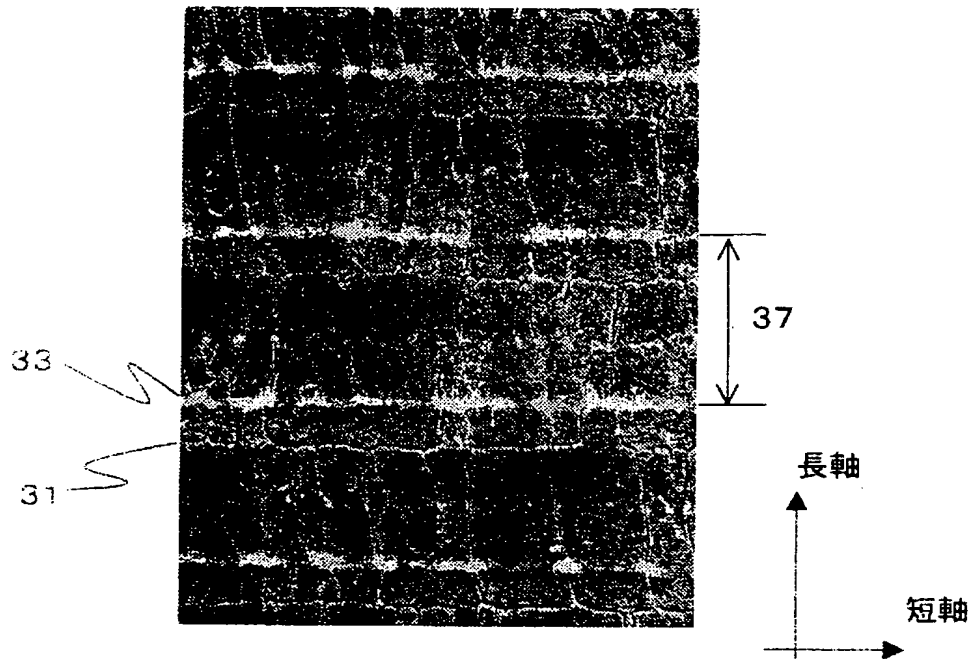
【図 14】

図 14



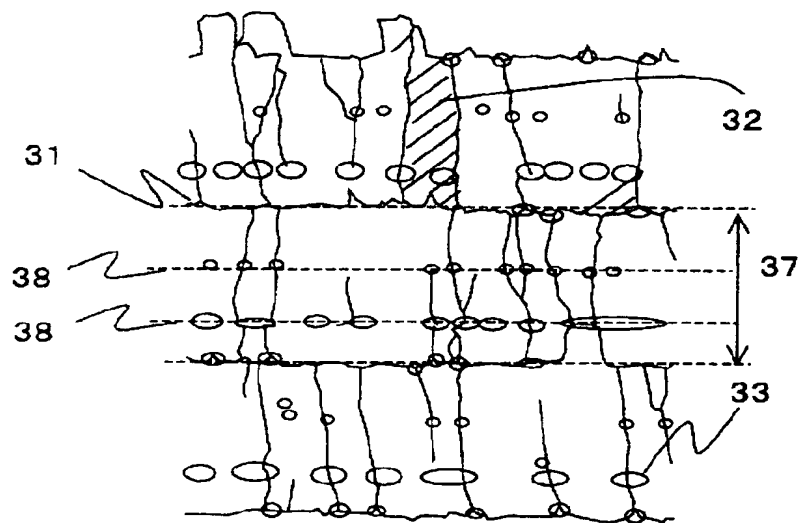
【図 15】

図 15



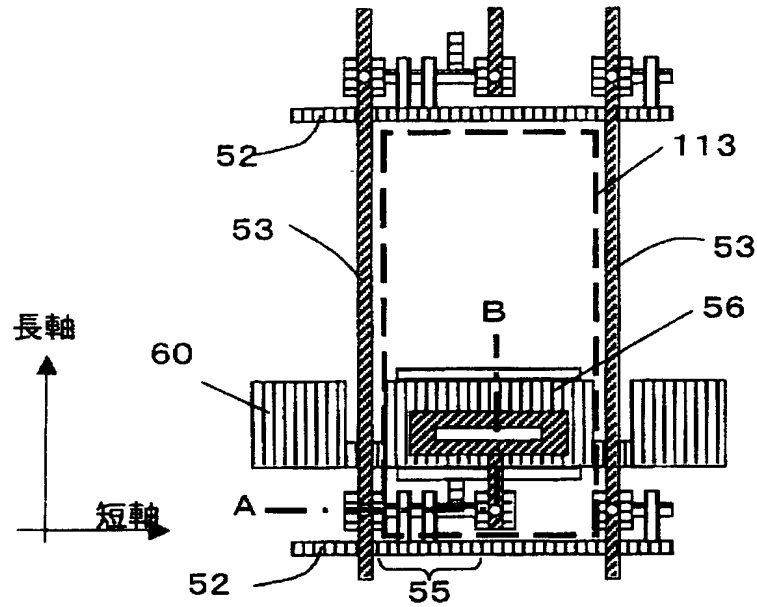
【図 16】

図 16



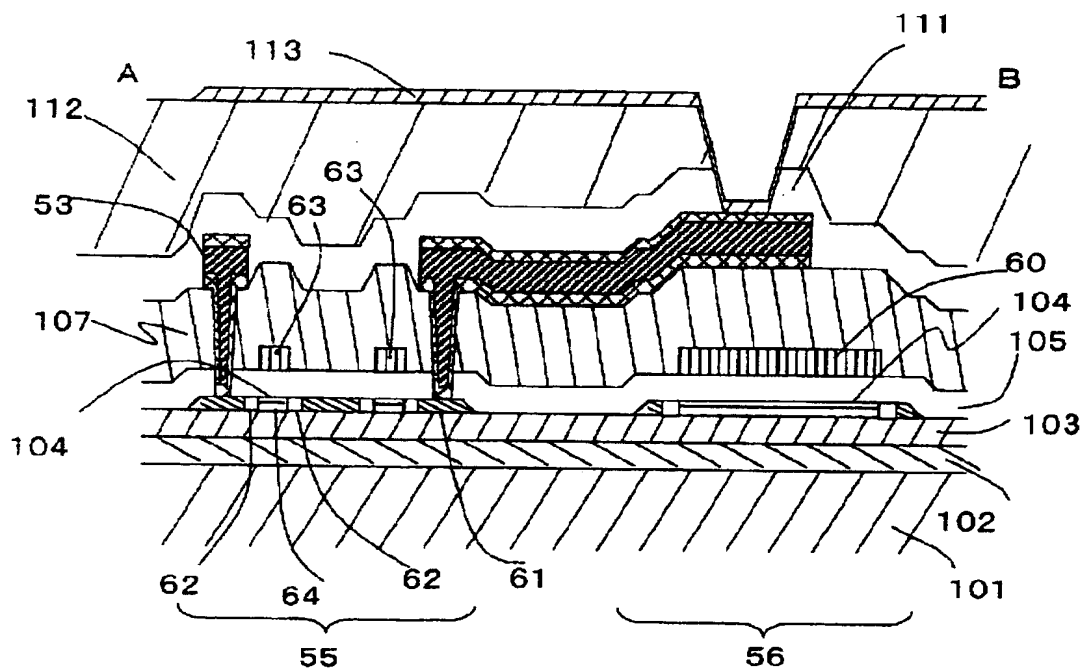
【図 18】

図 18



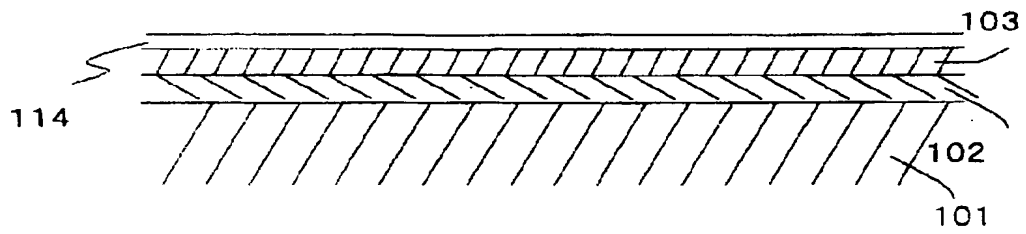
【図 19】

図 19



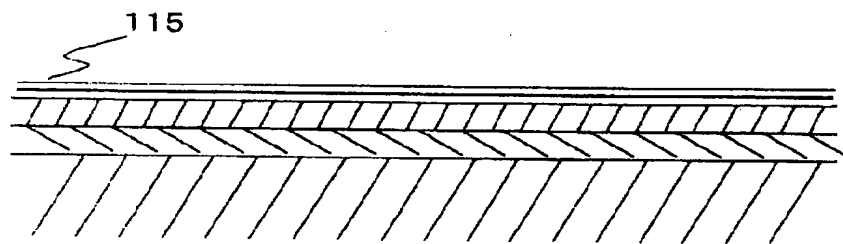
【図 20】

図 20



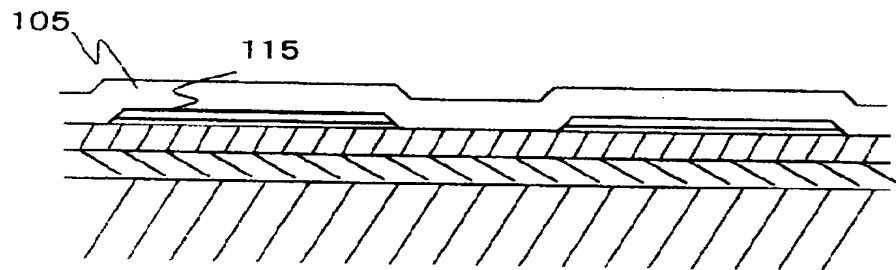
【図 21】

図 21

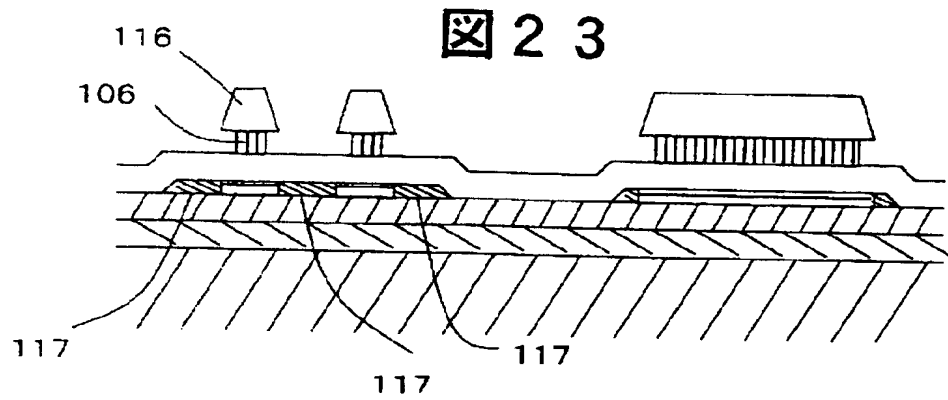


【図 22】

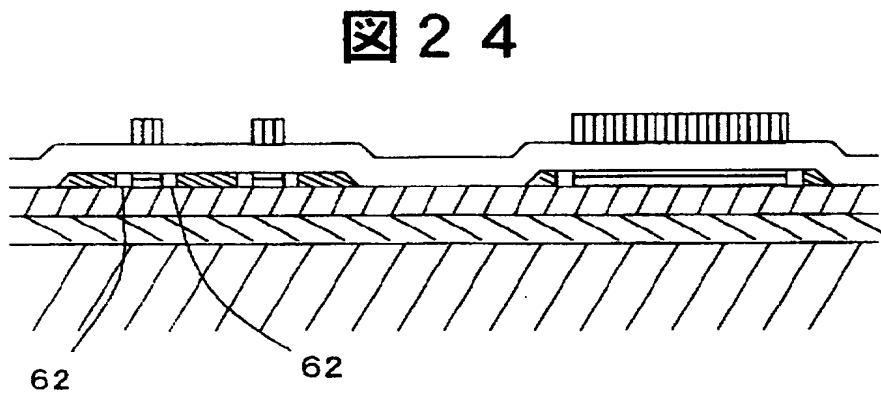
図 22



【図 23】

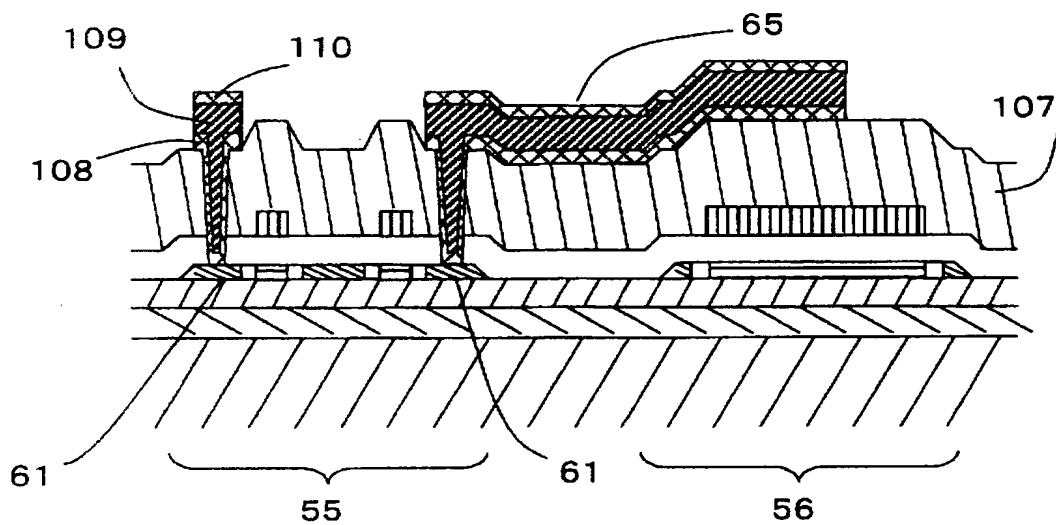


【図 24】



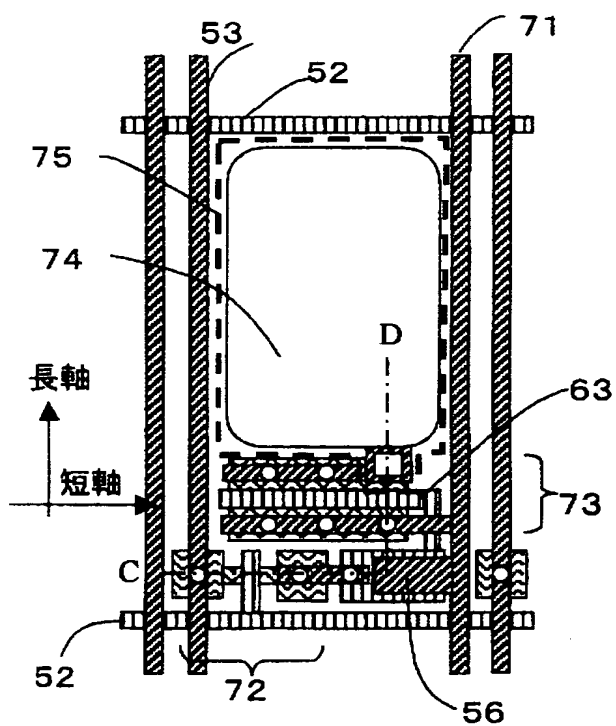
【图 2 5】

圖 25



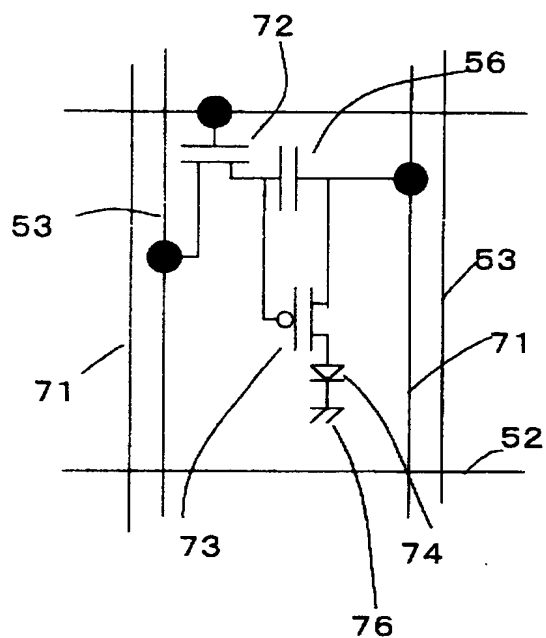
【图 2 6】

圖 26



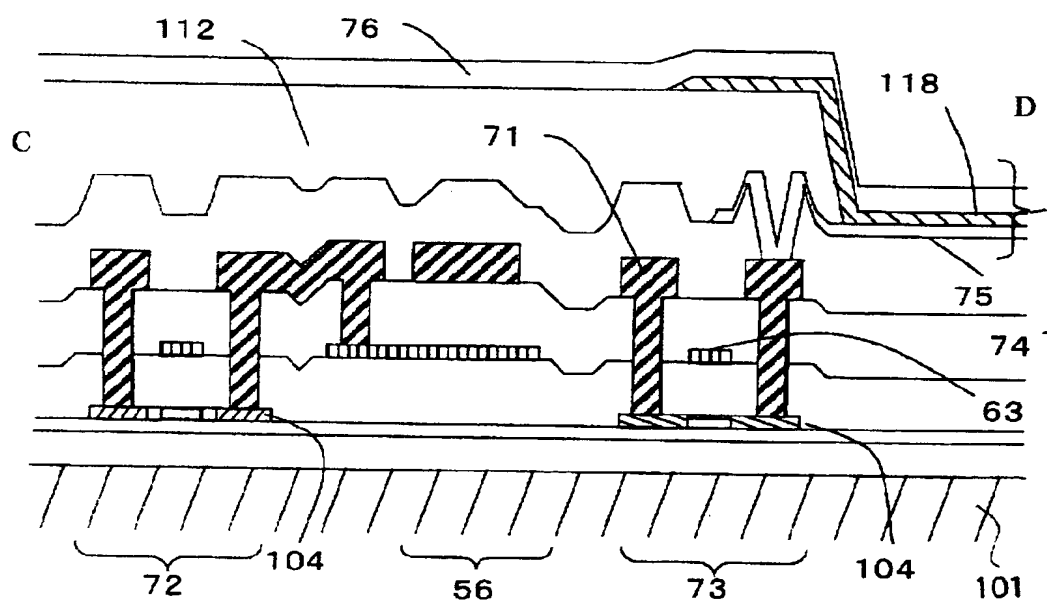
【图 2 7】

図 27



【圖 28】

图 28



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 高性能のアクティブ・マトリクス基板を低コストの装置で高スループットで製造し、このアクティブ・マトリクス基板で画像表示装置を構成する。

【解決手段】 レール上を短軸X方向と長軸Y方向に移動するステージ5上にアモルファスシリコン半導体膜2を形成した基板6を載置保持する。ラインビーム形状のパルスレーザ光1をレーザ光の長軸Y方向に周期的な位相シフトマスク4を用いて強度変調し、基板6上に形成されたアモルファスSi膜2に対し変調方向にランダムに移動させながら照射して結晶化し、結晶粒の大きい多結晶シリコン膜3を得、このシリコン膜3で形成した薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を有するアクティブ・マトリクス基板で画像表示装置を構成する。

【選択図】

図1

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 8 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 8 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 2 3 5 6 5 2 8]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地

氏 名

株式会社 日立ディスプレイズ